ZEITSCHRIFT

FÜR

PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.

Einige Beobachtungen über die Temperatur der Amphibien;

von

Jos. J. Czermak,

Doctor und Professor der Heilkunde.

Alles Organische hat eine, von dem Medium, in welchem es lebt, dem es sein kürzeres oder längeres Daseyn zum Theile verdankt, differente Temperatur; und sollte keine Verschiedenheit Statt finden, so müssen wir es in den meisten Fällen einer zufälligen Übereinstimmung zuschreiben. Ich untersuchte mit meinem hochgeehrten Freunde *Biasoletto*, Dr. der Philosophie und Chemie zu Triest, an den Küsten Istriens einige Protozoen, und wir fanden im Vergleich des Meeres sowohl als der Atmosphäre, Unterschiede von 1 — 1$^1/_2$^{0} R. Ich gestehe zwar offen, nie Entozoen in dieser Beziehung geprüft zu haben, doch gaben mir alle anderen Thiere niederer Classen eine unbedingte Bestätigung meines Ausspruchs: Alles Organische hat eine eigenthümliche Wärme. Actinien, Holothurien, Asterien, so viele aus der Classe der Insecten, Polymerien, Annularien und Molusken überzeugten mich sattsam desselben. Ich entferne mich zwar von meinem festgesetzten Ziele, der Überschrift meines Aufsatzes, doch hielt ich es für

nöthig, im Allgemeinen einige Beobachtungen, welche ich in demselben Journale specificiren werde, vorauszuschicken, und noch einige Worte vorangehen zu lassen.

Kälte und Wärme sind relative Begriffe, und im Vergleiche unserer Temperatur sind alle übrigen Geschöpfe, die Säugethiere und Vögel ausgenommen, kaltsäftig; indessen dürfen wir diesen Ausdruck nicht so verstehen, als würde ihre Wärme von der äufsern bestimmt, als mangle ihnen die innere Kraft, die Wärme des Mediums zu besiegen. Würden sie in diesem Kampfe des unwägbaren Stoffes von dem Äufsern unterdrückt werden, so wären sie in dieser Beziehung abhängige, und nicht bestimmende Wesen; sie sind daher lebenslos, lebensunfähig, so wie ich es an mehreren frisch gelegten Eiern beobachtete, welche, da sie keine eigenthümliche Wärme zeigten, vergebens bebrütet wurden. Durch die innere Metamorphose, die pro- und regressive Umwandlung der organischen Materie, wird die Wärme entwickelt; so wie jene als Scheidungslinie zwischen dem (sogenannt) Todten und Lebenden von dem Verstande anerkannt wird, so ist diese das *sinnlich wahrnehmbare* Zeichen des Todten und Lebenden. Hier ist die weite Kluft zwischen dem Organischen und Unorganischen. — Die organischen Wesen zeigen beinahe im gleichen Verhältnisse der Vervielfältigung und Vollkommenheit der Organe, welche die Summe, den Organismus, bedingen, eine bestimmtere, mehr unabhängige Wärme; daher der Mensch am besten diese cosmische Potenz bezwingt, obwohl auch seine so beständige Wärme durch die zu sehr erhöhte oder verminderte äufsere, wie ich oft an mir selbst zur heifsen Sommerszeit im wärmeren Clima beobachtete, um einige Grade verändert wird. — Betrachten wir nun die Organisationen nach der vollkommneren Ent-

wicklung ihrer Organe, so sind die Reptilien, besonders ihren Respirations- und Blutumlaufsorganen nach, höher gestellt, als die Fische, und daher haben sie auch eine höhere, von dem Medium unabhängigere Temperatur, als jene [1]). Ich vertraue wenig auf *Braun's* [2]) Beobachtungen, und wundere mich, dafs er an dem vortrefflichen Naturforscher *Treviranus* [3]) einen Anhänger fand, da es eine so leichte Sache ist, sich von dem Gegentheile zu überzeugen. *Davy's* [4]), *Borda's*, *Rudolphi's* [5]), *Krafft's* [6]) treue Beobachtungen bestätigen meine Versuche, da ich sowohl in den Flufs- als Meerfischen bedeutende Unterschiede fand. Vorzüglich aber überzeugte ich mich an einigen electrischen Fischen (*Torpedo marmorata*), welche, ausgesetzt der atmosphärischen Luft, wasserlos durch mehrere Stunden lagen, und an denen keineswegs mehr eine electrische Wirkung (eine höhere Lebenskraft) zu fühlen war, dennoch in der Gegend der Kiemen und des Herzens eine selbstständige Wärme zeigten. Um so mehr aber erfreute mich diese Erfahrung, welche ich auf dem Fischmarkte zu Venedig machte, da unser grofser *Rudolphi* ein Gleiches beobachtete, das ich an mehreren Individuen bestätigt fand. Ich bezweifle daher nicht die Temperatur dieser Thiere, und schreite somit zu dem eigentlichen Ziele meines Aufsatzes.

---

1) *Martine Medical and philosophical Essays. Lond.* 1740, *pag.* 331, 332.

2) *Nov. Comment. Acad. scient. Petrop. T. XIII. p.* 419.

3) Biologie, T. V. S. 29.

4) *Heusinger's* Zeitschrift f. d. organische Physik. Bd. 1. Heft 2. August 1827, S. 218.

5) Grundrifs der Physiologie. Bd. 1. S. 174.

6) *Praelect. in Phys. theor. Tubing.* 1750, S. 293.

Ich durchstreifte im verflossenen Frühlinge mit einigen meiner Schüler die Umgebungen Wiens, in der Absicht, die eigenthümliche Temperatur der Amphibien genauer zu untersuchen, und meine früher gemachten Beobachtungen durch neue zu begründen. Der Thermometer, den ich benützte, ist nach *Réaumur's* Scala getheilt, und nach unten mit einem sehr dünnen Kolben versehen, um ihn in kleinere Organe einbringen zu können. Von der Güte dieses Instruments überzeugte ich mich früher genügend durch Vergleiche mit anderen, und ich gestehe aufrichtig, dafs ich seit dieser Zeit kein ähnliches erhielt. — Die Amphibien, welche ich gewöhnlich auf meinen Spaziergängen fing, waren: Frösche, Kröten, Eidechsen, Schlangen; jedoch reihte ich meinen Versuchen auch Proteen, welche mir aus Illyrien zugesandt wurden, und Schildkröten an. Stellen wir die Temperaturen dieser Thiere neben einander, so kömmt den Batrachiern die am wenigsten eigenthümliche Wärme zu, und sie steigen fast in folgender Ordnung: Proteen (*Hypochton Laurentii*), Chelonier, Saurier, Ophidier.

Ich füge hier eine kleine Tabelle bei, welche die Temperatur der Batrachier darstellt; damit soll aber nicht gesagt seyn: es sind alle Versuche, welche gemacht wurden; denn, überzeugt von den Schwierigkeiten, mit denen man selbst bei so einfachen Beobachtungen zu kämpfen hat, wählte ich nur jene, die bei frischen Thieren, und minderer Veränderung ihres Naturzustandes durch zu starke Verletzung, längeres Betasten u. a. m. von Mehreren genau geprüft wurden. Die früher untersuchten Organe werden zuerst angeführt.

1. Batrachier.

Thier.	Äufsere Temperatur.	Theil.	Eigenthüml. Temp.	Beständigkeit.
1. *Rana esculenta.*	Was. 5½° R. Atm. 10⅛° R.	Herzbeutel Bauchhöhle	7⅛° R. 6⅓° R.	In 3 Minuten 5¾°
2. —	Wasser 6¼° Atmosph 6¾°	Herz Speiseröhre	6¾° 6⅜°	In 4 Minuten 5¾°
3. —	Atmosph. 14°	Magen Herz	16⅖° 16¾°	In 8 Secund. 15½°
4. —	Atmosph. 16°	Speiseröhre Herz	17⅜° 18°	In 9 Secund. 16¼°
5. —	Wasser 34° Atm. 17⅛°	Bauchhöhle	30°	In 3 Minuten 10°
6. —	Künstl. Kälte — 4° Atm. + 17⅛°	Herzgegend Bauchhöhle	2¼° 1⅛°	Stieg in 6 Minuten auf 8°
7. *Calamita arborea,* Laubfrosch	Atm. 14⅛°	Bauchhöhle Herz	16¾° 17⅛°	Nicht weiter untersucht.
8. —	Atmosph. 17°	Speiseröhre Herz Bauchhöhle	16° 16¾° 16⅛°	—
9. —	Wasser 33¼° Atm. 18⅛°	Herzkam.	29⅛°	—
10. *Bufo cin.* gem. Kröte	Atm. 22¼°	Magen Herz	18⅛° 19°	—

Aus diesen Versuchen erhellet:

1. Daſs diesen Thieren, so wandelbar auch die innere Wärme seyn mag, gewiſs eine eigenthümliche Temperatur zukomme, welche ich auch in ihren zusammenhängenden Eiern beobachtete.
2. Daſs die Wärme in der Herzgegend und dem Herzen selbst höher ist, als in jedem anderen Theile.

3. Daſs der Versuch (5) von jenen, welche *de la Roche* [1]) anstellte, um einige Grade differire.

4. Daſs *Hunter's* [2]) Beobachtung keineswegs dem Versuche (9), in wie ferne die äuſsere Temperatur bedeutend erhöht war, widerspreche, und auch *Davy's* Erfahrungen [3]) sich mit den meinigen verbinden lassen.

Bevor ich zu den Hypochtonen schreite, will ich noch einen Fall, der sich mir öfters ereignete, mittheilen. Wenn ich nämlich die Temperatur plötzlich, und um eine bedeutende Differenz veränderte, so starben viele dieser Thiere. Auf diese Weise tödtete ich zwei Laubfrösche, welche ich aus der Temperatur — 9° in das Wasser von der Temperatur von + 37° brachte. Bemerkenswerth ist es allerdings, daſs bei beiden die Reizbarkeit der Muskelfiber sodann vernichtet war, was ich bei dem umgekehrten Experimente nicht beobachtete. In den fast erstarrten Thieren brachte ich mittelst der *Volta*'schen Säule Muskelbewegungen hervor.

Die folgenden fünf Versuche stellte ich an dem räthselhaften *Proteus anguinus* (*Hypochton Laurentii M.*) an; und obwohl diese Thiere, ehe sie zu uns kommen, aus ihrem Naturzustande gerissen, oft kränklich, ganz entfärbt und blutleer sind, so glaube ich doch über ihre Temperatur, da diese Erscheinungen in vier Individuen ziemlich übereinstimmen, ein Urtheil fällen zu können.

---

[1]) *Mém. sur la cause du refroidissement qu'on observe chez les animaux etc. Journ. de Phys. T.* 71, *P.* 292.

[2]) *Experim. and observ. on animals etc. Philos. transact.* 1775 — 1778, *p.* 102.

[3]) *Heusinger's* Zeitschrift, S. 217.

2. Hypochtonen.

Thier.	Äufsere Temperatur.	Theil.	Eigenthüml. Temp.	Beständigkeit.
1. *Hypochton Laurentii.*	Atm. 16° R. Wasser, worin er lebte, 12 1/4° R.	Rachen Herzgegend	15 3/4° R. 16 1/8° R.	Sank in 2 Minuten auf 15 1/8°
2. —	Atm. 10 1/2° Wasser 10 1/4°	Rachen Herzgegend	14° 14 3/4°	In einer Minute 12 1/4°
3. —	Atmosph. 14° Wasser 10 1/4°	Herzgegend Bauchhöhle	16 1/8° 14 3/4°	In 10 Secunden 14 1/8°
4. —	Atmosph. 18° Wasser 11 1/2°	Herzgegend Bauchhöhle	17° 15 1/4°	In 2 Minuten 14 1/2°
5. —	Atmosphäre 13 1/8°	Herzgegend Bauchhöhle	19 1/2° 16 3/8°	In 6 Minuten 15°

Es leuchtet aus den Versuchen hervor:

1. Dafs diese Thiere eine viel bestimmtere Wärme besitzen, als die Batrachier.
2. Dafs die Temperatur in der Gegend des Herzens und der grofsen Gefäfse höher sey, als im Rachen und in der Bauchhöhle.
3. Dafs auch meine Versuche mit dem von *Rudolphi* *) angestellten übereinkommen.
4. Dafs die hohe Temperatur des *Proteus* (Nro. 5) wohl einem Krankheits-Prozesse zuzuschreiben sey, da seine ganze Haut entartet war;

eine Abnormität, welche ich öfters bemerkte, und die eine nähere Erörterung verdient. Ich erhielt vom Herrn *Talavania Med. Cand.* drei lebende, und mehrere todte Proteen. Bei letztern machte er mich auf ein flockiges

*) a. a. O. S. 179.

Gewebe aufmerksam, welches an der Haut des Bauches und Schwanzes in der Länge von $^1/_4$ Zoll wollig herabhing. Bei einem andern war die ganze Haut, selbst die der Kiemen, in ein wolliges Gewebe verwandelt. Erwünscht war es mir, das Beginnen dieser Krankheit an einem lebenden zu beobachten, welchen ich einer sehr genauen Untersuchung würdigte. Täglich, ja so zu sagen, stündlich, sah ich, daſs diese Umstaltung der Haut, welche vom Rücken ihr Entstehen zeigte, sich mehr und mehr ausdehne, das Gebilde sich verdicke; und in 16 Tagen, als ebenfalls die Kiemen an dieser Entartung Theil nahmen, starb das Thier plötzlich. Ich zergliederte es, und fand ebenfalls die Schleimhaut des Mundes, Rachens, und der Speiseröhre mit wolligen Wucherungen ausgefüllt. Betrachten wir den schnellen Verlauf der Krankheit, so wird Jeder schon im Anfange derselben auch eine bedeutende innere Veränderung vermuthen, woher wohl auch die höhere Temperatur zu leiten wäre. Sollte es wohl nur ein gestörter Häutungs-Prozeſs seyn? — sodann wäre die Wärme noch leichter erklärbar, da ich bei acuten Hautkrankheiten ein Ähnliches wahrnahm. —

Die *Chelonier* werden zwar von Vielen in Rücksicht ihrer Wärme den andern Reptilien, oder den Batrachiern gleich gehalten, indessen beobachtete ich doch einige Unterschiede an den hier im Handel vorkommenden Schildkröten: *Emys Europaea* (Fluſsschildkröte) und *Chersine Graeca* (gemeine Landschildkröte). *Davy* *) fand in dem, aus der Carotis strömenden Blute einer Riesenschildkröte bei der Lufttemperatur 21 $^3/_9$° die

---

*) *The Journal of science and the arts. Ed. at the Royal Institution of Great Brit. V. II. p.* 247. — *Heusinger's* Zeitschrift, S. 217.

Wärme 25 1/2°, und ich hätte gewiſs an dem Exemplare von 108 Pf., das ich in Venedig kaufte, diesen Versuch wiederholt, wäre nicht in mir die Furcht erwacht, es führe zu keinem reinen Resultate, weil das Thier bereits sechs Tage, ohne Wasser, der Sonnenhitze ausgesetzt war, und sehr matt zu seyn schien. Ich brachte nur den Thermometer in den After, und fand bei der Atmosphäre von 18 1/4° eine Wärme von 13 1/4°. Die Untersuchung stellte ich an einem schattigen Orte an. — Wahrlich ist es zu wundern, daſs so wenige Erfahrungen über diese Thiere angeführt werden, da sie doch in unsern Ländern so wohlfeil sind, und die Küstenbewohner sie so leicht erhalten können. Sollte vielleicht das Bauchschild, welches die Prüfung der Wärme innerer Theile, z. B. des Herzens, Magens etc. schwierig macht, die Ursache dieser Vernachläſsigung seyn? so könnte man doch wenigstens den Rachen, die Speiseröhre, den After und die Hautwärme füglich untersuchen. — Ich verletzte in den unten angeführten Beispielen sehr wenig Gefäſse, da ich die Verbindung bei Hinwegnahme des Bauchschildes sehr genau zu treffen wuſste, und es erfolgte in den meisten Fällen nur eine sehr geringe Blutung. — Ich wählte von 35 Untersuchungen die zehn folgenden zu dieser Tabelle.

3. Chelonier.

Thier.	Äuſsere Temperatur.	Theil.	Eigenthüml. Temp.	Beständigkeit.
1. *Emys Europaea.*	Atmosphäre 13° R.	Speiseröhre. zwisch. Haut u. Muskeln.	14 1/4° R. 13 1/8° R.	Nach 10 Min. auch dieselbe Wärme.
2. —	Atmosphäre 13°	Speiseröhre Herz	14° 14 2/3°	In 16 Sec. auf 14 1/8°

Thier.	Äufsere Temperatur.	Theil.	Eigenthüml. Temp.	Beständigkeit.
3. *Emys Europaea.*	Atmosphäre 13° R.	Herzkam. Magen	14° R. 13 1/8° R.	In 20 Secunden 13°
4. —	Atmosphäre 18°	Herz Magen	15 1/3° 15 1/4°	In 12 Sec. noch dieselbe Wärme.
5. —	Wasser 33° Luft 18 1/8°	Bauchhöhle Rachen	19° 21 1/8°	Nicht untersucht.
6. *Chersine Graeca.*	Atmosphäre 12 1/4°	Herzgegend Herz Lungen	10 1/4° 10 3/4° 10 1/4°	Nach 4 Min. 9 3/8°
7. —	Atmosphäre 18 1/8°	Herz Lungen	15° 14 1/2°	Nach 3 Min. 14°
8. —	Künstliche Kälte 5° Atmos. 14 1/8°	Bauchhöhle Rachen	2 1/4° 3 1/4°	Nach 2 Min. 2 1/2°
9. —	Künstl. Kälte 2 1/2° Atmosph. 18°	Bauchhöhle Unter der Haut	3° 2 1/4°	Nach 4 Min. 1 1/3°
10. —	Atmosphäre 14 1/5°	Das aus den grofsen Gefäfsen strömende Blut.	15 1/2°	—

Wir ersehen aus diesen hier angeführten Versuchen:

1. Dafs die Chelonier eine eigenthümliche Wärme haben, welche allerdings bei solchen Unterschieden leicht bemerkbar wird, und eine geringere Wandelbarkeit zeigt.
2. Dafs in der Herzgegend, dem Herzen und dem Blute eine höhere Temperatur wahrgenommen wird, als in dem Rachen, der Speiseröhre etc.

3. Dafs in dem Versuche (4) die höhere Temperatur des Magens, welcher von Chymus ausgedehnt war, wohl mehr der nun Statt findenden vitalen Gährung zuzuschreiben sey, da ich diese Erscheinung in dem leeren Organe niemals beobachtete.

4. Dafs sich selbst bei künstlicher Höhe und Tiefe der Temperatur eine gröfsere Selbstständigkeit zeigte.

Somit glaube ich mit Recht schliefsen zu können, dafs sich die Temperatur etwas anders als bei den Batrachiern verhalte, und eine gröfsere Eigenthümlichkeit wahrzunehmen sey. — Auch steigt sie wohl höher, als *Martine* bei diesen Thieren angab, nämlich 1° — 5° F. in Beziehung des Mediums.

Ein gröfserer Unterschied bietet sich gewifs bei Prüfung der Saurier dar, und ich wunderte mich oft, als ich im Monate April die kaum der Erde entschlüpften Thiere mit meinem gewöhnlichen Begleiter, Herrn *Ludwig Creutzer*, Cand. der Medizin, prüfte. Schon *Rudolphi* *) merkt eine Differenz von 5 Graden im Vergleich des Mediums bei der *lacerta maculata* an, doch hielt er diese Thiere schon einige Tage im Zimmer, und ich vermuthe, dafs die Temperatur höher gestiegen wäre, hätte er die frisch gefangenen untersucht, so wie ich diesen Unterschied bei mehreren Individuen fand.

Durch Herrn *Kolar*, Custos bei dem k. k. Naturalien-Cabinette, erhielt ich einen Gekko (aus Dalmatien), dessen Temperatur ich den bei uns vorkommenden Thieren anreihe.

---

*) a. a. O. S. 178.

4. Saurier.

Thier.	Äuſsere Temperatur.	Theil.	Eigenthüml. Temp.	Beständigkeit.
1. *Lacerta viridis.*	Atmosphäre 13° R.	Bauchhöhle Herzgegend	16 1/3° R. 17° R.	Nach 4 Min. 15 1/2°
2. —	Atmosphäre 13 1/2°	Herzgegend Bauchhöhle	16° 15 2/3°	Nach 3 Min. 14 1/2°
3. —	Atmosphäre 18 1/4°	Herz Bauchhöhle	24 1/8° 23°	Nach weggeschnittenem Kopfe in 3 Minut. 21 1/2°
4. *L. agilis.*	Atmosphäre 17 1/2°	Herz Bauchhöhle	24° 21 1/2°	Nach 3 Min. 19 1/8°
5. —	Atmosphäre 10°	Herz Mundhöhle	15 1/8° 13 1/4°	Nach 4 Min. 12°
6. —	Atmosphäre 19°	Herz Magen, der sehr gefüllt war	23 1/8° 22 1/2°	Nach 5 Min. 21 1/3°
7. —	Atmosphäre 17 1/8°	Magen (leer) Herz	19 2/3° 21°	Nach 4 Min. 18 1/2°
8. —	Atmosphäre 9 1/4°	Herz Bauchhöhle	11 1/3° 10 1/4°	Nach 4 Min. 8 1/8°
9. —	Wasser 32°	Bauchhöhle	24 1/4°	Nicht untersucht.
10. —	Künstl. Kälte von 5 1/8° Atmos. 10 1/3°	Herz	1 1/4°	In 2 Minut. 2 1/8°
11. —	Künstl. Kälte von 4 1/4° Atmos. 10 1/5°	Bauchhöhle	+ 1/2°	In 3 Minut. 1 1/8°
12. *Gecko* (ich bestimmte nicht die Species).	Atmosphäre 12 1/8°	Mundhöhle	12°	Beständig durch 4 Minuten.

Ehe ich weiter schreite, ist noch einiges anzumerken.

Die Versuche (8 und 12) sind wohl hier nicht so sehr zu berücksichtigen, da das erstere Exemplar ein mit Eiern gefülltes Weibchen, letzteres wahrscheinlich ein krankes, sehr abgemagertes Thierchen war, welches mehr als zehn Tage ohne alle Nahrung lebte. Aus den übrigen Beobachtungen geht jedoch deutlich hervor:

1. Daſs man den Sauriern eine (leicht wahrnehmbare) eigenthümliche Wärme nicht abläugnen könne.
2. Daſs sie eine höhere und beständigere Temperatur haben, als die früher genannten Thiere.
3. Daſs die Herzgegend und der volle Magen wärmer sey, als jeder andere Theil.

Und wir betrachten nun die letzte Ordnung der Amphibien, nämlich die Ophidier. Die Naturforscher geben zwar sehr verschiedene Meinungen an; — stützen sich alle auf treue Erfahrungen, wohlan! so haben wir verschiedene Resultate, die sich zwar nicht so leicht auf einen Punct reduciren lassen, — doch sehen wir die Unmöglichkeit ein. Sollte aber der Spruch: Viele Köpfe, viele Meinungen, Statt finden, so sinken wir selbst auf eine unbeständige Temperatur in der einfachsten Sache unserer Wissenschaft zurück. Ich achte gewiſs jeden Experimentator, der es redlich meint, und doch schätze ich nur Einige, welche in dieser Beziehung versuchten, da ich weiſs, wie viel Geduld und Zeitaufwand jede Beobachtung dieser Art kostet. Ich muſste oft weit, und stundenlang wandern, ehe es mir gegönnt war, Schlangen in ihrem Naturzustande zu untersuchen, wozu mich aber zwei Beobachtungen zwangen. Ich machte vor zwei Jahren mit einem meiner Schüler einen kleinen Ausflug an der Donau, und fing an dem Ufer eine gewöhnliche Natter (*Natrix torquatus*, *M.*). Die äuſsere Temperatur war $17\,{}^{1}/_{8}{}^{0}$, und als ich die Bauchhöhle un-

tersuchte, so stieg das Quecksilber auf 22 $^1/_2$°. Ich staunte darüber, und mufste leider, von Geschäften überhäuft, den heifsen Sommer abwarten, um meine Beobachtungen fortsetzen zu können. Als ich im vorigen Jahre mit meinem Begleiter, Herrn *Creutzer*, eine Excursion machte, fingen wir im Monate April eine *Natrix laevis*, welche im Herzen, da die Wärme der Luft 15 $^2/_3$° betrug, eine Temperatur von 24 $^1/_8$° zeigte. Diese Erfahrungen eiferten mich zu den späteren an. Meine Zuhörer brachten mir viele frisch gefangene Exemplare, und so liefere ich die Temperatur der bei uns häufiger vorkommenden drei Species: *Natrix laevis*, *torquatus*, und *anguis fragilis*.

Die zur Prüfung tauglichsten Individuen sind in folgender Tabelle enthalten:

5. Ophidier.

Thier.	Äufsere Temperatur.	Theil.	Eigenthüml. Temp.	Beständigkeit.
1. *Natrix laevis.*	15 $^1/_4$° R.	zwisch. Haut und Muskeln Lungen Herz Speiseröhre	19 $^3/_4$° R. 21 $^5/_8$° 22 $^1/_8$° 20 $^1/_3$°	Nach längerer Zeit erst ein Sinken zu beobachten.
2. —	Luft 16 $^1/_8$°	Zwisch. der Haut u. den Muskeln Rachen Herz	17 $^3/_4$° 19 $^1/_3$° 20 $^1/_4$°	Nach 10 Minuten 18 $^1/_4$°
3. —	16 $^1/_4$°	Herzgegend Bauchhöhle	21 $^1/_3$° 18 $^1/_4$°	Nach 4 Min. 17 $^1/_8$°
4. —	14 $^1/_2$°	Gegend der grofsen Gefäfse Bauchhöhle	17 $^3/_8$° 13 $^1/_3$°	Nicht untersucht.
5. —	19 $^1/_2$°	Herz Rachen	20 $^1/_3$° 19 $^1/_2$°	Nicht weiter untersucht.

T h i e r.	Äufsere Temperatur.	T h e i l.	Eigenthüml. Temp.	Beständigkeit.
6. *Natrix laevis.*	13 1/2° R.	Voller Mag. Herz	15 1/8° R. 15 1/2°	Nach 6 Min. 14°
7. *Natrix torquatus.*	13 1/2°	Herz Bauchhöhle Rachen	16 1/2° 14 1/2° 15 1/4°	Nach 4 Min. 14 1/8°
8. — (von ausgezeichneter Länge.)	14 1/8°	Speiseröhre Herz Bauchhöhle	15 1/3° 15 2/3° 14 3/8°	Nach 5 Min. Temperatur d. Mediums.
9. —	20 1/3°	Herz Bauchhöhle	19 1/8° 18 3/4°	Wegen starker Blutung nicht weiter untersucht.
10. —	16 1/8°	Rachen Herz Der volle Magen	17 1/4° 18° 18 1/8°	Nach 3 Min. 17 1/3°
11. *Anguis fragilis.*	15 1/4°	Rachen Herz Bauchhöhle	17 1/3° 18 2/3° 17°	Nach 3 Min. 16 1/8°
12. —	15 1/4°	Herz Rachen	16 1/2° 16 1/4°	Nach 4 Min. 15 1/8°
13. —	14 3/4°	Bauchhöhle Herz	15 1/8° 16 2/3°	Nach 3 Min. 15 1/6°
14. —	16 1/4°	Herz Voller Mag.	18 1/8° 17 2/3°	Nach 3 Min. 16 3/4°
15. —	15 3/4°	Zwischen der Haut u. den Muskeln Rachen Herz	16 1/4° 16 1/2° 17 2/3°	Nach 5 Min. 16°

Ich habe bei diesen Versuchen besonders Beispiele gewählt, die uns eine höhere Temperatur zeigen, habe aber jene ausgelassen, welche ein aufserordentliches

Steigen des Thermometers darbieten, das ich besonders bei kürzlich der Erde entkrochenen Thieren beobachtete. Auch hatte ich Gelegenheit, die vor acht Stunden gelegten Eier einer Natter zu prüfen, und obwohl die Wärme derselben sehr verschieden war, so kann ich doch keine Parallele ziehen, da in jedem Eie eine differente Entwicklung des Thierchens zu finden war. Eines hielt ich für unbefruchtet, da ich keinen Unterschied wahrnahm. Stellen wir nun andere Erfahrungen an die Seite der meinigen, so überzeugen wir uns, daſs letztere sich nicht so sehr entfernen.

Hunter [1]) bemerkt eine (im Vergleiche der Luft) höhere Temperatur von 4° R. in dem Magen einer Viper; *Davy* [2]) gibt ebenfalls ein ähnliches Verhältniſs an, u. a. m. Wir schlieſsen daher aus andern und meinen Beobachtungen:

1. Daſs auch die Ophidier eine eigenthümliche (wahrnehmbare) Wärme besitzen.
2. Daſs ihre Temperatur höher steige, als bei allen andern Reptilien.
3. Daſs die Wärme in der Gegend der groſsen Gefäſse, des Herzens um etwas zunehme, u. s. w.

Diese Untersuchung war mein Ziel

Ich kann fehlen, allein der Fehler, welcher unmittelbar von den äuſsern gesunden Sinnen ausgeht, ist der geringste, besonders, wenn man immer in Gesellschaft Mehrerer versucht, und die Beobachtungen wiederholt.

Ich spreche daher nun offen den Schluſs meiner Erfahrungen aus: *Es fehle keinem organischen Wesen die eigenthümliche Wärme, um desto weniger aber den Amphibien.* Das Letztere ist das Bewiesene, das Erstere

---

1) a. a. O. S. 102.

2) *Heusinger's* Zeitschrift, S. 217 u. 218.

das zu Beweisende, welches ich in den folgenden Heften fortsetzen, und diesem meine Meinung über die Ursache der Höhe und Selbstständigkeit der Wärme anhängen werde; *über die Temperatur des kranken Menschen* weise ich aber auf unsere medizinischen Jahrbücher, in welchen bald ein Aufsatz dieser Art von mir erscheinen wird.

II.
Über die Wirkung des Zuckers auf Kupfersalze;

vom
Med. Dr. Ritter von *Holger.*

Da es nun als eine erwiesene Sache angesehen wird, daſs Zucker in der wässerigen Auflösung, in groſser Menge genommen, das beste Gegengift gegen Vergiftungen mit Kupferoxydsalzen sey; da er seine rettende Kraft nicht nur bei Versuchen an Thieren, sondern in mehreren Fällen bei den nur zu häufigen Vergiftungen durch nachläſsig gereinigte Kupfergeschirre bewiesen hat; so dringt sich sogleich die Frage auf, auf welche Art der Zucker die Wirkungen der Kupfersalze aufhebe — dieſs könnte geschehen: 1) mechanisch als einhüllendes Mittel, in wie ferne er die Kupferoxydtheilchen umgibt, und so als ein Mittelkörper zwischen diese und die Wände des Darmkanals tritt, und die Berührung aufhebt; 2) chemisch, in wie ferne er das auflösliche Kupfersalz in ein unauflösliches, und folglich langsamer, und in geringerem Grade schädlich wirkendes umwandelt, oder das Oxyd ganz oder zum Oxydul reducirt, in-

dem vom metallischen Kupfer wenigstens die Mehrzahl glaubt, daſs es keine schädlichen Wirkungen auf den Organismus habe, vom Oxydul wenigstens, auf diese Erfahrung gestützt, dieſs angenommen werden müſste, bis nicht directe Versuche das Gegentheil beweisen; endlich 3) dynamisch, indem er die Veränderung, die das Kupfersalz in dem organischen Lebens-Prozesse hervorbringt, dadurch aufhebt, daſs er die entgegengesetzte Veränderung in selbem erzeugt. — In wie ferne nun der Zucker chemisch auf Kupfersalze einwirke, nahm ich mir vor, genauer zu untersuchen; denn wenn auch *Orfila* in seiner Toxikologie ähnliche Versuche anführt, so schienen mir doch diese weder umständlich genug, noch die daraus gezogenen Folgerungen hinreichend begründet. — Das Resultat meiner Erfahrungen unterlege ich in folgenden Zeilen der allgemeinen Beurtheilung.

Die Versuche wurden mit neutralem essigsaurem Kupfer und krystallisirtem Grünspan angestellt, weil dieſs das Salz ist, mit welchem gewöhnlich Vergiftungen geschehen, und weil die übrigen Salze ziemlich gleiche Resultate liefern müssen, da nicht die verschiedene Säure, sondern das, allen gemeinschaftliche, Kupferoxyd der giftig wirkende Körper ist.

Ein bloſses Gemenge von Zuckerwasser und Grünspanauflösung verändert sich nicht; dieſs gibt *Orfila* an, und ich fand es auch bestätigt; ich konnte durch alle Reagentien das Kupferoxyd so gut nachweisen, wie in der unvermengten Grünspanlösung. Selbst wenn man das Gemenge einige Wochen stehen läſst, erfolgt nach *Witting* (s. *Trommsdorff's* Taschenbuch vom Jahre 1821), nur eine theilweise Zerlegung, indem die Flüssigkeit noch grün gefärbt blieb, nur einen geringen Niederschlag von Kupferoxydul absetzte, und etwas freie Essigsäure enthielt.

Ich fand es aber durch Versuche erwiesen, daſs die Auflöslichkeit des Grünspans im Zuckerwasser gegen die im reinen Wasser bedeutend vermindert werde.

Ich lösete zu diesem Zwecke zwei Drachmen Zucker in zwei Unzen Wasser auf, gab dann fünf Grane Grünspan dazu, und unterstützte das Auflösen durch oftes Umrühren. Ich fand hiebei, daſs der Grünspan gerade noch ein Mal so viel Zeit brauchte, um sich in dem angegebenen Zuckerwasser, als um sich in reinem Wasser zu lösen. Ich fand dasselbe bestätigt, ob ich die Auflösung im ungeheitzten Zimmer (Temperat. + 10° R.), oder auf dem geheitzten Stubenofen vor sich gehen lieſs. — Nicht minder auffallend ist der Unterschied, wenn fünf Grane Grünspan in einer Reibschale gerieben werden, welche entweder zwei Unzen reines Wasser, oder Zuckerwasser von angegebener Stärke enthält. Während in ersterem die Auflösung beinahe augenblicklich erfolgt, muſs man in letzterem gegen vier Minuten reiben, bis der Grünspan ganz aufgelöset ist. Gibt man Grünspan und Zucker zugleich in das Wasser, so bleibt ersterer so lange unaufgelöst, bis letzterer gänzlich aufgelöst ist.

Orfila rieb 15 Gran Grünspan mit 2 Unzen Zucker und etwas Wasser eine Viertelstunde, und erhielt ein grünes Gemenge, welches, im Wasser gelöset, durch Blutlaugensalz roth gefärbt wnrde, ohne daſs ein Niederschlag entstand. Er sieht dieſs als einen Beweis an, »daſs der Zucker den Grünspan durch das Reiben zersetzt, oder wenigstens ihn im kalten Wasser fast unauflöslich macht.«

Jeder Chemiker wird mir zugeben, daſs gerade die rothe Färbung durch Blutlaugensalz das Nichtzerlegtwerden des Kupferoxydes beweiset, und daſs nur darum bloſs Färbung und kein Niederschlag entstand, weil das

Hattchetbraun durch den Zucker, der im grofsen Übermafse gegen das Kupfersalz sich in der Auflösung befand, suspendirt wurde, etwa so wie das gallussaure Eisenoxyd in der Tinte durch Zucker oder arabischen Gummi suspendirt wird.

Ich stellte mehrere Versuche dieser Art mit 1 Th. Grünspan, mit 2, 4, 8, 16, 32 Th. Zucker und Wasser durch eine Viertelstunde an, und erhielt immer dasselbe Resultat. Es entstand eine grüne Masse, die sich im destillirten Wasser ohne Rückstand auflöste. Die Auflösung färbte sich durch Ammoniak blau, gab mit Blutlaugensalz den bekannten braunen, mit Kali einen grünen Niederschlag, der sich in Salpetersäure ohne Aufbrausen, und auch in überschüssigem Kali auflöste. Ich konnte also weder eine Spur von einem unauflöslichen Salze entdecken, noch finden, dafs Kupferoxydsalze durch diese Behandlung mit Zucker zerlegt werden.

Als ich 1 Th. Grünspan mit 64 Th. Zucker rieb, welches dasselbe Verhältnifs gibt, wie es von *Orfila* angewendet wurde, erhielt ich eine farbenlose Auflösung, welche vom Blutlaugensalz nur roth, und vom Kali blafsgrün gefärbt wurde, ohne einen Niederschlag abzusetzen; diefs spricht aber durchaus nicht für eine Zerlegung des Kupfersalzes.

Reibt man 15 Grane Grünspan ohne Zucker mit einer Unze Wasser fünf Minuten, so entsteht zwar, wie *Orfila* angibt, eine blaue Auflösung, allein diese wird nicht blofs durch Blutlaugensalz gefärbt, sondern es entsteht dadurch ein häufiger brauner Niederschlag.

Läfst man 1 Th. Grünspan mit 8 Th. Zucker und 33 Th. Wasser durch eine Viertelstunde kochen, so erhält man eine grüne Auflösung, auf welche alle Reagentien gerade so wirken, wie auf unzerlegte Kupfersalze. Es wird daher dieser Versuch von *Orfila* ganz unrichtig

als Beweis der Zerlegung des Kupfersalzes durch Zucker angeführt.

1 Th. Grünspan mit 48 Th. Zucker und 48 Th. Wasser, durch eine halbe Stunde gekocht, wird zerlegt; die Essigsäure bleibt aufgelöset, und wird durch die blauen Papiere angezeigt; das Kupferoxyd fällt desoxydirt als Oxydul zu Boden. — Man erhält eine gallertartige, farbenlose Masse, und auf dem Boden ein zinnoberrothes Pulver. Die Gallerte löset sich im Wasser auf, ist farbenlos, und hat noch eine Spur unzerlegtes Kupfersalz; das Blutlaugensalz färbt sie blaſs rosenroth; Ammoniak gibt einen Stich ins Blaue, und sie reagirt auf die blauen Papiere. — Das zinnoberrothe Pulver ist carbonsaures Kupferoxydul, welches schon durch die Farbe, und dadurch bewiesen wird, daſs es sich in Salpetersäure mit starkem Aufbrausen auflöset. Hier findet also eine Zerlegung des Kupfersalzes Statt, die Essigsäure wird frei, das Oxyd wird desoxydirt und an die Carbonsäure gebunden, die das freigewordene Oxygen mit dem Zucker gebildet hatte. Denn, daſs wirklich hiebei der Zucker, und nicht etwa die Essigsäure zerlegt wird, geht aus dem hervor, weil Grünspan für sich allein mit Wasser gekocht kein solches rothes Salz liefert. — *Orfila* erhielt bei dem angeführten Versuche eine grüne Auflösung und ein bläulicht grünes Pulver, welches im Wasser gar nicht, in Salpetersäure mit Aufbrausen löslich war, und also nur carbonsaures Kupferoxyd seyn konnte. Bei ihm wurde das Kupferoxyd sonach nicht zerlegt, und daran konnte nur eine zu geringe, oder zu kurz dauernde Erhitzung schuld seyn; denn selbst, wenn man den ganzen Versuch mit nicht destillirtem Wasser anstellt, erhält man kein grünes, sondern das bereits angegebene rothe Pulver als Rückstand.

Witting erhielt dasselbe Resultat, wie ich, als er

1 Th. Grünspan mit 33 Th. Zucker kochte. Ich konnte mit 30 Th. Zucker auf 1 Th. Grünspan keine vollständige Zerlegung hervorbringen, und selbst nicht mit 80 Th. Die Auflösung war wasserklar und ungefärbt, wurde aber doch durch Blutlaugensalz noch merkbar roth gefärbt.

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, daſs der Zucker nur in der Siedhitze Kupfersalze zerlegen könne, daſs er die giftigen Wirkungen der Kupfersalze auf den Organismus nicht durch chemische Zerlegung derselben aufhebe; dieſs wird auch noch dadurch klar, daſs nach *Orfila's* Versuchen auch Zucker in Substanz, Thiere, die in 24 Stunden nicht die geringste Flüssigkeit zu sich genommen, von dem Tode durch Grünspan befreite, daſs die durch den Zucker erzeugten Ausleerungen stets grün waren, was sie doch nicht hätten seyn können, wenn carbonsaures Kupferoxydul erzeugt worden wäre. Auſser der dynamischen Wirkung des Zuckers gegen Kupfergifte, deren Auseinandersetzung nicht mehr innerhalb der Gränzen dieser Zeitschrift liegt, können wir die durch viele Erfahrungen als gewiſs bestätigte Wirkung desselben nur davon herleiten, daſs er sie schwerer auflöslich macht, einhüllt, hindert, die Wände der Organe unmittelbar zu berühren, und auf eine Art aus dem Körper schafft, welche dem Erbrechen, das sie so heftig anregen, geradezu entgegengesetzt ist, und es darum aufhebt.

Da das schwefelsaure Ammoniakkupfer innerlich gewöhnlich mit Zucker verordnet wird, könnte nach dem Vorhergehenden leicht die Besorgniſs entstehen, daſs es in dieser Verbindung in seiner Wirkung merklich geschwächt würde; es wurde daher 1 Th. dieser Verbindung mit 10 Th. Zucker und Wasser gerieben, und gefunden, daſs das schwefelsaure Kupferoxyd unzersetzt blieb, und nur das Kupferoxyd-Ammoniak zerlegt wurde.

Die Zerlegung dieser letzteren Verbindung läfst sich aber, auch ohne Zucker, nie verhindern, da sie blofs durch längeres Aussetzen des dreifachen Salzes an die Luft vor sich geht; auf jeden Fall dürfte es aber rathsam seyn, mit so wenig Zucker als möglich, oder mit einem andern nicht zuckerhältigen indifferenten Stoffe vereinigt, diese Verbindung zu verordnen.

III.

Darstellung des Chlorine - Baryums durch doppelte Wahlverwandtschaft auf trockenem Wege;

von

Joh. Planiawa.

Als ich bei einer Gelegenheit Chlorine - Baryum bereiten sollte, erinnerte ich mich, vor einigen Jahren in einem mir zufällig zugekommenen Hefte des *Gilbert'*schen Journals gelesen zu haben, dafs nach *John Davy* Chlorine - Calcium und deutoxythionsaures Baryumoxyd sich in hoher Temperatur gegen die bei niederen Temperatursgraden bestehenden Verwandtschaftsgesetze wechselseitig zerlegen, wobei Chlorine - Baryum neben deutoxythionsaurem Calciumoxyd entsteht. Wohl wissend, dafs die chemische Verwandtschaft durch die mannigfaltig zusammenwirkenden Agentien — dem Wärme-, Licht-, Electricitäts - und Magnetstoff, oder vielmehr die vier Modificationen des Wärmestoffes — sich auch auf mannigfaltige Art und Weise zu äufsern bestimmt werde, zweifelte ich keinen Augenblick an dem glücklichen Ausgange der Arbeit, und fafste diese Bereitungsart um so

lieber auf, als mir das gewöhnliche Verfahren zu langweilig erschien. Da ich übrigens allen meinen Arbeiten die Stöchiometrie zu Grunde lege, so mufste diefs nothwendiger Weise auch hier geschehen.

14,57 Unzen (14 Unzen, 274 Gr.) feingepulverten deutoxythionsauren Baryumoxydes wurden mit 6,988 Unzen (6 Unzen, 474 Gr.) gröblich gepulverten Chlorine-Calciums gemengt, und in einem leicht bedeckten Tiegel der Rothglühhitze ausgesetzt. Die Masse kam bald in Flufs; doch, weil ich das deutoxythionsaure Baryumoxyd für nicht genug fein gepulvert hielt, so steigerte ich die Temperatur bis zum Weifsglühen, und hielt selbe so gegen 3/4 Stunden an, als ich bemerkte, dafs sich Chlorine-Baryum beim Zulegen von Kohlen auf der kalten Eisenzange verdichtete, was mich zum schnellen Abbrechen der Arbeit bewog. Die geschmolzene graue Masse wurde nun in einen eisernen Mörser ausgegossen, schnell so fein, als es nur möglich war, gepulvert, und gewogen; ihr Gewicht betrug 16,5 Unzen, also viel weniger, als es hätte betragen sollen, und zeigte somit an, dafs sich schon viel Chlorine-Baryum verflüchtigt haben müsse.

Indessen wurden 60 Unzen destillirten Wassers in einer eisernen Pfanne zum Kochen gebracht, die gepulverte Masse in dasselbe eingetragen, und das Ganze ungefähr 10 Minuten unter beständigem Umrühren mit einer eisernen Spatel im Sieden erhalten, hierauf vom Feuer entfernt, und, da sich das deutoxythionsaure Calciumoxyd schnell zu Boden setzte, in einigen Augenblicken aufs Filtrum gegossen. Die Flüssigkeit ging schnell durch, und der Rückstand wurde nach dem Abtropfen mit etwas Wasser übergossen, erhitzt und filtrirt. Sämmtliche erhaltene Flüssigkeit wurde hierauf in einer eisernen Pfanne bis zum Krystallisationspuncte

verdünstet, und, um die Krystallisation auf dem Filtro zu verhindern, und schönere Krystalle zu erhalten, mit 2 Unzen Wassers versetzt, nochmals filtrirt, und dann zur Krystallisation hingestellt. Nach wiederholtem Verdünsten und Krystallisiren, und nochmaligem Lösen und Krystallisiren des erhaltenen Salzes in Glasgefäſsen, wurden 7 Unzen sehr schöner, blendend weiſser, ganz reiner Krystalle Chlorine-Baryums erhalten, neben 5 Drachmen Chlorine-Strontiums, und die rückgebliebene Mutterlauge enthielt ungefähr 5 bis 6 Drachmen Chlorine-Calciums gelöst.

Aus dem Angeführten geht hervor, daſs die Verwandtschaftsthätigkeit zwischen Deutoxythionsäure und Baryumoxyd, und zwischen Chlorine und Calcium durch die gesteigerte Thätigkeit des Wärmestoffes ganz umgekehrt werde, und daſs der Sauerstoff des Baryums sammt der mit dem Baryumoxyd verbunden gewesenen Deutoxythionsäure an das Calcium übergeht, während die Chlorine, mit dem freigewordenen Baryum, Chlorine-Baryum bildet, welches seine im obigen Versuche bemerkte, auffallend bedeutende Flüchtigkeit wahrscheinlich im Momente des Zusammentretens seiner Elemente erlangt.

Anmerkung. Bei genauer Betrachtung der in der Rothglühhitze und jener in der Weiſsglühhitze geschmolzenen Masse, und bei Vergleichung ihres Geschmackes, hat sich ergeben, daſs beide bis auf den Salzgehalt einander gleich waren, und daſs folglich schon im ersten Falle die gegenseitige Zersetzung vollständig Statt gefunden hatte; wie ich mich auch später, als ich Chlorine-Baryum auf diesem Wege bereitete, vollkommen überzeugte, und fand, daſs ein halbstündiger mäſsiger Fluſs in der Rothglühhitze schon zur vollständigen wechselseitigen Zersetzung der beiden Zuthaten hinreiche,

und noch nebenbei den Vortheil einer gröſseren Ausbeute an Chlorine-Baryum, weil nämlich die Temperatur zu seiner Verflüchtigung nicht hinreicht, gewähre. Ein Schema mag noch den Vorgang und die stöchiometrischen Verhältnisse darstellen *):

Chlorine-Calcium = 111,970 { Chlorine 70,940 ; Calcium 41,030 }

Deutoxythionsaures Baryumoxyd = 233,564 { Baryumoxyd 153,325 { Baryum = 137,325 ; Oxygen = 16,000 } ; Deutoxythionsäure 80,239 }

Chlorine + Baryum → Chlorine-Baryum = 208,265

Calcium + Oxygen → Calciumoxyd = 57,030

Calciumoxyd + Deutoxythionsäure → Deutoxythionsaures Calciumoxyd = 137,269.

*) Die stöchiometrischen Werthe im Schema sind nach *Berzelius's* letzten Bestimmungen angenommen worden. Die Differenz zwischen den Grundzahlen derselben, und jenen dem Versuche zu Grunde liegenden nach *Döbereiner*, ist, wie man aus der Vergleichung der letzten stöchiometrischen Tafeln desselben mit jenen von *Berzelius* ersieht, nur unbedeutend.

IV.

Über die Entwässerung des Alkohols, und überhaupt der geistigen Flüssigkeiten mittelst der Blase.

Von Ebendemselben.

Im Jahre 1825 und 1826 stellte ich Versuche über die Entwässerung der geistigen Flüssigkeiten, namentlich des Alkohols und des Weines, an, und fand die in dieser Hinsicht bereits von Anderen gemachten Erfahrungen vollkommen bestätigt. Auf diese Art entwässert sich wässeriger Alkohol bis auf 97 Procente, wie ich bereits im ersten Hefte des zehnten Bandes von *Kastner's* Archiv d. g. Naturlehre unter andern anführte, und den Wein betreffend, so nahm auch dieser nach und nach an Quantität ab, während die Qualität desselben dergestalt stieg, daſs ihn die erfahrensten Weinkenner für einen sehr guten und angenehmen Alten erklärten. Bei diesem letzteren muſs ich einer für die Praxis und vielleicht auch für die Theorie nicht unwichtigen Erfahrung erwähnen. Nachdem nämlich derselbe von seinem Bodensatze abfiltrirt worden war, blieb er an einem kühlen Orte in einem vermeintlich vollkommen, mittelst doppelter Blase geschlossenen Gefäſse mehrere Monate hindurch ruhig stehen, bis es sich später beim Öffnen desselben ergab, daſs die Atmosphäre zum Theil freien Zutritt zu demselben gehabt haben müsse; denn der Wein hatte zum Theil seinen Alkoholgehalt verloren, nahm aber dafür einen so lieblichen Geruch an, daſs dessen Beschreibung ganz unmöglich ist, und er hinsichtlich seiner Feinheit sich gar nicht mit dem noch so fein zertheilten Geruche des Essigäthers vergleichen läſst. Al-

ter und auch junger Wein, dem von diesem so veränderten Weine nur wenig zugesetzt wurde, nahm an Güte in außerordentlichem Maſse zu.

Die geringe Quantität des so veränderten Weines erlaubte nicht die Abscheidung dieses eigenthümlichen Aromas, und zur Anstellung späterer Versuche gebrach es mir an Zeit. Da aber die Umstände, unter denen sich dieses Aroma bildete — ein partieller Luftzutritt nämlich — bekannt sind: so kann es nichts anderes seyn, als ein gewisser Maſsen modificirter Essigäther, verbunden mit einem eben so modificirten Weinsteinäther, und den ebenfalls durch das atmosphärische Oxygen in ihrer chemischen Constitution zum Theil modificirten aromatischen Theilen des Weines. Wahrscheinlich besteht hier die Modification des Essigäthers darin, daſs er gegen einen stöchiometrischen Antheil Essigsäure (= 51) zwei stöchiometrische Antheile Alkohols (= 46 × 2 = 92) enthalte, und dann durch die Zahl 143 ausgedrückt werden könnte, was jedoch nur Vermuthung ist, und späteren Nachforschungen zu beantworten bleibt *).

---

*) Im vierten Hefte des neunten Bandes von *Kastner's* Archiv f. d. g. Naturl. ist ein Aufsatz über die chemische Constitution des Essigäthers von mir, und nach den dort angeführten Versuchen besteht er aus 46 Gewichtstheilen wasserfreien Alkohols, und 51 Gewichtstheilen wasserfreier Essigsäure; und da ich den stöchiometrischen Werh des Alkohols nach *Döbereiner's* älterer Tabelle zu 23 annahm: so nannte ich den Essigäther »*subacetas alcoholis*.« Allein da dem stöchiometrischen Werthe der Essigsäure (= 51) das Doppelte des angeführten Alkoholwerthes (= 23 × 2) entspricht, indem 46 Gewichtstheile Alkohols, wenn sie oxydirt werden, nur 51 Gewichtstheile an trockner Säure liefern: so muſs 46 der einfache stöchiometrische Werth in Bezug auf die Essigsäure und ihre Sättigungs-Capacität seyn, und so-

Diese Erscheinungen der Entwässerung der geistigen Flüssigkeiten, die bisher nicht zur Genüge erklärt werden konnten, lassen sich leicht erklären, wenn auf alle hierbei obwaltenden Umstände vollkommen Rücksicht genommen wird. Der Wein oder der Alkohol befindet sich hierbei in einer weiten, mit vom Fette befreiter und wohl ausgewaschener Rindsblase gut überbundenen Flasche, und zwischen Wein und Blase stagnirt eine Schichte atmosphärischer Luft, während dieselbe Blase wieder von aufsen mit der sie umgebenden Atmosphäre in unmittelbarer Berührung steht. Das Vermögen der Luft, bedeutende Quantitäten flüchtiger, mit ihr in Berührung stehender tropfbarer Flüssigkeiten, hier also des Alkohols und vorzüglich auszeichnend des Wassers in sich aufzunehmen und im gasförmigen Zustande zu erhalten, ist bekannt, wie nicht minder die hygroscopische Eigenschaft der Blase und ihr Unvermögen, Alkohol im tropfbaren sowohl als auch im elastisch-flüssigen Zustande durchzulassen. Diese letztere entzieht nun der unter ihr befindlichen, über der geistig-wässerigen Flüssigkeit stagnirenden, demnach mit Wasserstoffoxyd und einer diesem entsprechenden Alkoholmenge überladenen Luft einen Theil des Wasserstoffoxydgases, ohne dem Alkoholgase einen Durchgang zu verstatten, und das aufgenommene Wasserstoffoxyd wird ihr wieder von der sich frei bewegenden äufseren, immer noch viel trockeneren Atmosphäre entzogen, wäh-

---

dann der Essigäther als ein neutrales Pflanzensalz, bestehend aus gleichen stöch. Antheilen an Säure und Basis, betrachtet, und *acetas* oder *alcoholas* genannt werden, wo dann der vermeintlich modificirte Essigäther des Weines wahrscheinlich als das wirkliche *sub-acetas* oder *sub-alcoholas* erwiesen, und durch die Zahl 143 ($= 46 \times 2 + 51$) ausgedrückt werden könnte.

rend dessen die eingeschlossene, ihres Wasserstoffgehaltes hiedurch zum Theil beraubte Luft dasselbe wieder aus der sie berührenden Flüssigkeit aufnimmt, sich damit im Übermaſse schwängert, wieder das aufgenommene Übermaſs an die Blase absetzt, welches dieser letzteren, wie bereits erwähnt worden, von der äuſseren, mit ihr abwechselnd in Berührung kommenden Atmosphäre wieder entzogen wird; welches Schwängern, Entziehen und Wiederentziehen so lange fortwährt, als die Verwandtschaft zwischen der Blase und dem Wasserstoffoxyd jene zwischen dem letzteren und dem Alkohol zu überwältigen vermag. Denn daſs nach und nach aller Alkohol der Flüssigkeit neben dem Wasserstoffoxyd mittelst der eingeschlossenen Luft mit der Blase in Berührung kommt, geht schon aus der gröſseren Flüchtigkeit desselben hervor, und daſs folglich seine Entwässerung nur auf der gröſseren Verwandtschaft der hygroscopischen Substanz zum Wasserstoffoxyd beruhe, und deren Äuſserung nur durch die zwischen beiden stagnirende Luftschichte vermittelt werde, geht aus der Berücksichtigung aller Umstände, die hierbei Statt finden müssen, hervor.

V.

Über die Theorie der Parallellinien;

vom

Dr. und Prof. *Joseph Knar.*

---

§. 1. Die Theorie der Parallellinien wird gemeiniglich für den einzigen Gegenstand der Elementar-Geometrie gehalten, welchem, obgleich fast das ganze üb-

rige geometrische Gebäude auf demselben beruht, dennoch selbst eine feste Begründung mangelt. *Euklid* hat den Satz, welchen er nicht zu erweisen vermochte, unter die Grundsätze aufgenommen. Seither sind zahllose Versuche, diesen eilften Grundsatz zu beweisen, gemacht worden, ohne jedoch zu dem erwünschten Ziele zu gelangen. Es ist nicht meine Absicht, hier eine Kritik dieser angeblichen Theorien zu liefern. Dieſs würde eine eben so undankbare, als mühevolle Arbeit seyn, denn die Zahl jener Theorien ist Legion, und die letztverflossenen Jahre sind in dieser Beziehung hinter ihren Vorgängern an Fruchtbarkeit nicht zurück geblieben. Mein Zweck geht hier nur dahin, meine eigene Ansicht über diesen Gegenstand, als einen Versuch zu dessen Beilegung, darzustellen. Indessen mag es mir erlaubt seyn, über zwei jener Theorien meine Meinung kurz zu äuſsern, weil einige Gründe zu einer solchen Ausnahme vorhanden sind.

§. 2. Herr *J. A. P. Bürger*, groſsherzoglich badischer Renovator, hat im Jahre 1816 eine vollständige Theorie der Parallellinien herausgegeben, welche im Jahre 1820 noch mit Erläuterungen versehen wurde. Derselbe hat nun neuerlich die Mathematiker aufgefordert, seine Theorie als gelungen anzuerkennen, und gerade darin liegt der Grund, warum dieselbe hier erwähnt wird, indem ich es als eine Pflicht der Höflichkeit gegen den Verfasser ansehe, die Gründe anzugeben, aus welchen ich seiner Meinung nicht beipflichten kann.

Den Beweis des eilften *Euklid*'schen Grundsatzes wörtlich so herzusetzen, wie ihn Herr *Bürger* geführt hat, ist wegen seiner Weitschweifigkeit nicht thunlich. Indessen hoffe ich den Geist desselben im Folgenden getreu darzustellen, jedoch ohne Einmengung unwesentlicher Dinge. Seyen (Fig. 25) die beiden Winkel

BGH und GHD zusammen kleiner, als zwei Rechte; so folgt, dafs $DHF > BGH$ seyn müsse. Man mache $FHI = BGH$, und es wird HI unter HD fallen. Man kann sich nun die Linie HI längs der HE aufwärts dergestalt bewegt denken, dafs beide immer den nämlichen Winkel mit einander einschliefsen. Dadurch geschieht es, dafs nach und nach jeder Punct, z. B. I, der Linie HI in die HD fallen mufs, während die Verlängerung der HI über jenen Punct immer noch unter HD liegt, so dafs dieses Aufwärtsbewegen immer fort Statt finden kann, und zugleich die HD in jeder Lage von der, nöthigenfalls verlängerten, HI geschnitten wird. Wird nun diese Bewegung so lange fortgesetzt, bis H in G, und daher auch wegen $FHI = BGH$ die Linie HI in GB fallt; so folgt, dafs auch in dieser Lage die Linien HI und HD, oder BG und HD sich schneiden müssen, was zu erweisen war.

§. 3. Gegen den in §. 2 geführten Beweis will ich nicht einwenden, dafs darin der Begriff einer Bewegung angewendet sey, da derselbe doch der Geometrie ganz fremd ist. Denn es haben auch andere Schriftsteller die Bewegung gebraucht, und ich glaube, dafs dieser Gebrauch vorzüglich defswegen wenigstens kein *wesentlicher* Mangel sey, weil alle Beweise, welche mit ihrer Beihülfe geführt werden, sich auch ohne dieselbe ganz leicht darstellen lassen. Indessen führt sie dennoch die Unbequemlichkeit mit sich, dafs sich dadurch manche Mängel in den Beweisen dem ungeübten Auge verhehlen lassen, welche sogleich hervortreten, wenn man jene Beweise ohne diese fremdartige Einkleidung in streng geometrischer Darstellung betrachtet. Das eben Gesagte liefse sich auch an dem vorliegenden Beispiele leicht bewähren, wenn ich nicht fürchten müfste, mich dem Verdachte einer absichtlichen Verdrehung auszusetzen, wenn

ich erst nach der Übertragung des Beweises in eine andere Form einen Mangel daran rügen wollte. Auch ist es nicht schwer, das Ungenügende desselben in seinem vorigen Gewande nachzuweisen. Man sieht nämlich leicht, daſs es bei jenem Beweise darauf ankomme, zu zeigen, die *HI* könne sich bis zur *GB* hinauf bewegen, während noch immer die *HD* von ihr geschnitten werden muſs. Dieſs ist aber nicht geleistet, sondern nur gezeigt worden, daſs sich die *HI*, unter der Bedingung, die *HD* zu schneiden, immer fort aufwärts bewegen könne. Es bleibt also noch zu erweisen, daſs es keine Gränze gebe, welcher sich die *HI* in ihrer Bewegung zwar immer fort nähere, sie aber doch nicht überschreiten kann, ohne aufzuhören, die Linie *HD* zu schneiden.

Ein Beispiel wird diesen Mangel des Beweises ganz deutlich machen. Man denke sich anstatt der geraden Linie *HI* einen Zweig einer Hyperbel, der durch *H* geht, und dessen Asymptote unter der Linie *HD*, zu ihr parallel, liegt. Auch dieser hyperbolische Zweig wird unter *HD* liegen, und sich, in der nämlichen Lage gegen *HE* bleibend, an derselben aufwärts bewegen lassen, und zwar läſst sich diese Bewegung beständig fortsetzen, so daſs immer noch die Linie *HD* von der Hyperbel geschnitten wird. Allein dessen ungeachtet gibt es eine gewisse Gränze, über welche hinaus diese Hyperbel nicht gelangen kann, ohne dann aufzuhören, die *HD* zu schneiden. Daſs nun ein Gleiches bei der geraden Linie *HI* nicht eintreten könne, muſs bewiesen werden, und gerade diesen Beweis ist uns Herr *Bürger* schuldig geblieben. So lange daher dieser Beweis nicht geliefert seyn wird, kann ich nicht umhin, auch obige Theorie gleich allen ihren Vorgängern, als nicht vollkommen befriedigend, zu erklären.

§. 4. Die zweite Theorie der Parallellinien, deren

kurze Beurtheilung ich mir vorgenommen habe, ist in der zweiten Anmerkung zu *Legendre's* wahrhaft klassischen Anfangsgründen der Geometrie enthalten. Diese Theorie schien durch lange Zeit in kein geometrisches System genau zu passen. In dem laufenden Jahre jedoch hat einer der geachtetsten mathematischen Schriftsteller dieselbe seinem Systeme der Geometrie zum Grunde gelegt, wodurch sie eigentlich erst ins Leben getreten ist, so dafs auch nun erst das Bedürfnifs einer genaueren Prüfung der *Legendre'*schen, sogenannten analytischen Theorie der Parallellinien vorhanden ist.

Nachdem *Legendre* gezeigt hat, dafs der dritte Winkel C eines Dreieckes durch die beiden andern Winkel A und B, und die dazwischen eingeschlossene Seite p vollkommen bestimmt, und daher eine Function derselben $C = \varphi(A, B, p)$ seyn müsse, fährt er folgender Mafsen fort:

Soit l'angle droit égal à l'unité, alors les angles A, B, C *seront des nombres compris entre* 0 *et* 2*; et puisque* $C = \varphi(A, B, p)$, *je dis que la ligne* p *ne doit point entrer dans la fonction* φ. *En effet on a vu que* C *doit être entièrement determiné par les seules données* A, B, p, *sans autre angle ni ligne quelconque, mais la ligne* p *est hétérogène avec les nombres* A, B, C*; et si on avait une équation quelconque entre* A, B, C, p, *on en pourrait tirer la valeur de* p *en* A, B, C*; d'où il résulterait que* p *est égal à un nombre, ce qui est absurde: donc* p *ne peut entrer dans la fonction* φ, *et on à simplement* $C = \varphi(A, B)$.

Hieraus beweist nun *Legendre* ganz einfach, dafs die Summe aller Winkel eines Dreieckes gleich zweien Rechten sey, wovon dann die Theorie der Parallellinien eine leichte Folge ist.

§. 5. Ich habe hier *Legendre's* eigene Worte aus der zehnten Ausgabe seines oben genannten, vortrefflichen

Werkes angeführt, theils weil sie ohnehin jene Kürze und Deutlichkeit besitzen, welche den Meister beurkunden, theils weil ich dadurch von jedem Verdachte einer Verdrehung oder eines Mifsverständnisses gereiniget erscheine. Ich mufs jedoch offenherzig gestehen, dafs ich mich von der Richtigkeit des Grundsatzes der Gleichartigkeit *(principe de l'homogeneité, loi des homogènes)*, auf solche Art angewendet, nicht überzeugen kann. Ich glaube vielmehr, dafs diese Art, jenen Grundsatz anzuwenden, durchaus keinen sicheren Schlufs gestattet, indem man dadurch eben so gut auch auf offenbar falsche Sätze gelangen kann.

Man gehe nur folgender Mafsen zu Werke:

Zuerst läfst sich aus dem vierten Satze im ersten Buche der Elemente *Euklid's* leicht zeigen, dafs die dritte Seite c eines jeden Dreieckes eine Function der beiden anderen a und b, und des dazwischen eingeschlossenen Winkels Ȼ seyn müsse, mithin $c = \varphi$ (a, b, Ȼ). Sey nun was immer für eine gerade Linie die Einheit des Längenmafses; so werden a, b, c blofse Zahlen bezeichnen, und, da $c = \varphi$ (a, b, Ȼ) ist; so behaupte ich, dafs der Winkel Ȼ in der Function φ nicht vorkommen könne. Denn man hat gesehen, dafs c durch die gegebenen Stücke a, b, Ȼ vollkommen bestimmt seyn müsse, ohne dafs dazu eine andere Linie oder ein anderer Winkel nothwendig ist, aber der Winkel Ȼ ist ungleichartig mit den Linien a, b, c, und wenn man was immer für eine Gleichung zwischen a, b, c, Ȼ hätte, könnte man daraus den Werth von Ȼ durch a, b, c ableiten, woraus folgen würde, dafs Ȼ einer blofsen Zahl gleich wäre, was jedoch nicht möglich ist. Daher kann Ȼ in der Function φ nicht vorkommen, und man hat blofs $c = \varphi(a, b)$.

Es ist nicht einzusehen, dafs sich den eben gemach-

ten Schlüssen etwas entgegen setzen lasse, wenn man den Beweis *Legendre's* gelten läſst; denn es wird von selbst auffallen, daſs jener Beweis hier bloſs übersetzt wurde, wobei nur die Worte *Linie* und *Winkel* mit einander verwechselt sind. Man muſs daher auch die Anwendbarkeit des Grundsatzes der Gleichartigkeit in dem einen Falle so gut, als in dem anderen, zugeben.

Da nun das hier gefundene Resultat $c = \varphi\,(a, b)$ offenbar falsch ist, so wird man gestehen müssen, daſs der auf solche Art angewendete Grundsatz der Gleichartigkeit nicht geeignet sey, von der Richtigkeit eines dadurch erlangten Resultates Gewiſsheit zu verschaffen. Es bleibt mir daher nur noch übrig, auch den Grund anzugeben, warum dieſs nicht Statt finden könne.

Legendre betrachtet den Winkel C als eine Function von A, B und p, oder mit anderen Worten, er nimmt an, daſs es eine arithmetische (dieſs Wort im weitesten Sinne genommen) Verbindung zwischen A, B und p gebe, wodurch sich C darstellen läſst. In jeder arithmetischen Verbindung aber werden niemals die Gröſsen selbst in Rechnung gezogen, sondern nur die Zahlen, wodurch die Quantitäten der Gröſsen in Bezug auf gewisse Einheiten, die den Gröſsen selbst jederzeit gleichartig seyn müssen, ausgedrückt werden. Sobald daher C als eine Function von A, B und p betrachtet wird, setzt dieſs schon voraus, daſs sowohl A, B, C durch irgend einen Winkel, als auch die Seite p durch irgend eine Linie als Einheit gemessen seyen. Mithin bezeichnen in der Gleichung $C = \varphi\,(A, B, p)$ A, B, C, p nicht mehr die Winkel und Seite selbst, sondern nur die Zahlen, wodurch die Quantitäten der Winkel und Seite ausgedrückt werden, indem die Winkel A, B, C durch irgend einen Winkel, die Seite p aber durch eine Linie gemessen seyn muſs.

Auf diese Art sind in der Gleichung $C = \varphi (A, B, p)$ sowohl A, B, C, als auch p bloſse Zahlen, und es könnte vielleicht wirklich p durch A, B, C gefunden werden, ohne daſs dieſs einen, schon *hieraus allein* offenbaren, Widerspruch enthält, wie man besonders aus dem umgekehrten Falle, in welchem sich ein Winkel aus den drei Seiten bestimmen läſst, sehr deutlich abnehmen kann.

Aus dem Gesagten ist einleuchtend, wie wenig der Grundsatz der Gleichartigkeit, wie ihn *Legendre* an der oben angegebenen Stelle gebraucht, zur festen Grundlage eines geometrischen Systemes tauge, und daſs daher auch die darauf gebaute Theorie der Parallellinien nicht jene Gewiſsheit besitze, welche sich ihr Urheber davon versprochen hat.

Noch muſs ich einer Betrachtung erwähnen, wodurch man vielleicht versuchen könnte, das Prinzip der Gleichartigkeit, wenigstens zum Theile, zu rechtfertigen. Es scheint nämlich, daſs, sobald die Gröſse, welche durch die Zahl p vorgestellt wird, mit den, durch die Zahlen A, B, C, . . . ausgedrückten, Gröſsen ungleichartig ist, keine Gleichung denkbar sey, welche p mit A, B, C, . . . verbinde. Denn eine solche Gleichung würde p, als eine Function von A, B, C, . . . [$p = \varphi (A, B, C, \ldots)$] geben: ändert man nun die völlig willkürliche Einheit, auf welche sich p bezieht, so muſs der numerische Werth von p anders ausfallen, ohne daſs hiedurch die Zahlen A, B, C, . . ., welchen eine andere Einheit zum Grunde liegt, eine Änderung erfahren. Es wäre somit in der Gleichung $p = \varphi(A, B, C, \ldots)$ die eine Seite einer Änderung unterworfen, welche auf die andere Seite keinen Einfluſs ausübt, was absurd ist.

Hierauf läſst sich Folgendes erwiedern. Sobald in einer Aufgabe lauter gleichartige Gröſsen vorkommen,

pflegt man dieselben in Bezug auf ihre Einheit keiner anderen Bedingung zu unterwerfen, als dafs sie alle durch die *nämliche* Einheit gemessen werden sollen. Kommen hingegen ungleichartige Gröfsen vor, dann müssen gleichartige durch einerlei, ungleichartige durch verschiedene Einheiten gemessen werden. In einem solchen Falle ist es jedoch möglich, noch eine andere Bedingung hinzu zu fügen; es können nämlich die verschiedenen Einheiten der ungleichartigen Gröfsen eine gewisse Beziehung unter einander haben, welche jederzeit vorausgesetzt wird, wenn man die Zahlen, welche jene Grössen ausdrücken, in Rechnung bringt, welche daher auch bei den erhaltenen Resultaten der Rechnung nicht aufser Acht gelassen werden darf. Dieser Fall tritt nicht selten ein. Als Beispiel mag der einfache Satz dienen: der Flächeninhalt P eines Parallelogrammes ist gleich dem Producte aus der Basis B in der Höhe A. Hier ist die, durch P ausgedrückte, Fläche offenbar ungleichartig mit den Linien, welche durch A und B ausgedrückt werden. Die Einheit der Linien ist eine beliebige Linie; die Einheit aber, auf welche sich P bezieht, ist ein Quadrat, dessen Seiten der Einheit der Linien gleich sind. Es besteht also hier zwischen den verschiedenen Einheiten der Fläche und der Linien eine gewisse Beziehung, welche bei der Gleichung $P = AB$ vorausgesetzt wird, und ohne welche diese Gleichung durchaus nicht richtig wäre. Wollte man z. B. zur Einheit der Fläche einen Kreis annehmen, dessen Halbmesser der Einheit der Linien gleich ist; so würde nun $P = \frac{AB}{\pi}$ seyn, keineswegs aber $P = AB$. Dieses Beispiel zeigt deutlich die Richtigkeit der gemachten Behauptung, dafs es Gleichungen zwischen ungleichartigen Gröfsen geben könne, bei welchen eine bestimmte Beziehung der verschiede-

nen Einheiten unter einander vorausgesetzt wird, welche daher nicht mehr richtig seyn würden, wenn man jene Beziehung ändern wollte. Hieraus ersieht man zugleich, was die oben angeführten Gründe für die Meinung, es könne nicht $p = \varphi(A, B, C, \ldots)$ seyn, eigentlich beweisen. Sobald nämlich die Gröſse, worauf sich p bezieht, so beschaffen ist, daſs sie durch keine Einheit gemessen werden kann, welche mit der Einheit von $A, B, C, \ldots$ in einer gewissen Beziehung steht, dann enthält allerdings die Gleichung $p = \varphi(A, B, C, \ldots)$ einen Widerspruch in sich. Gibt es hingegen eine Einheit von p, welche mit der Einheit von $A, B, C, \ldots$ in einer gewissen Beziehung steht, dann könnte es auch vielleicht eine Gleichung zwischen $p, A, B, C, \ldots$ geben, welche nur für *diese* Beziehung der Einheiten gültig ist. Wer also die Unmöglichkeit der Gleichung $p = \varphi(A, B, C, \ldots)$ beweisen will, muſs nicht nur darthun, daſs nicht für *jede* Einheit von p die *nämliche* Gleichung Statt finden könne, sondern er muſs beweisen, daſs für *keine* Einheit von p, in welcher Beziehung sie auch mit der Einheit von $A, B, C, \ldots$ stehen möge, irgend eine Gleichung zwischen $p, A, B, C, \ldots$ möglich sey. Daſs dieser Forderung oben nicht Genüge geleistet wurde, ist wohl offenbar; auch ist ein solcher Beweis *im Allgemeinen* gar nicht möglich, weil es ja wirklich Gleichungen gibt, welche, wie wir gesehen haben, nur für eine bestimmte Beziehung der verschiedenen Einheiten gelten; ein solcher Beweis kann daher immer nur für gewisse Gröſsen, oder für Gröſsen von einer gewissen Beschaffenheit geführt werden. Man wird auch leicht zugeben, daſs eine solche Beschaffenheit bei Linien und Winkeln nicht eintrete, wenn man nur die sogenannten, geometrischen Functionen bedenkt, welche allerdings eine gewisse Beziehung zwischen den Linien

und Winkeln herstellen. Hieraus geht klar hervor, daſs die Gleichung $p = \varphi(A, B, C, \ldots)$ nicht nur überhaupt nicht unmöglich sey, sondern daſs sie auch, wenn p, A, B, C Linien und Winkel vorstellen, nicht gänzlich verworfen werden könne. Man muſs daher auch die Unmöglichkeit jener Gleichung in dem Falle, daſs p eine Seite, und A, B, C die Winkeln eines Dreieckes darstellen, aus anderen Gründen darthun; das Prinzip der Gleichartigkeit reicht dazu nicht hin, und deſswegen kann auch die, darauf beruhende, analytische Theorie der Parallellinien nicht als vollkommen befriedigend angesehen werden.

§. 6. Mehrere Mathematiker haben die Meinung geäuſsert, daſs sich die Theorie der parallelen Linien auf diejenige Art, welche uns die Elemente *Euklid's* sonst durchgängig vorzeichnen, gar nicht beweisen lasse. Allein in der Mathematik, als einer abstracten und strengen Wissenschaft, müssen sich aus den Erklärungen alle Eigenschaften der erklärten Gegenstände vollständig herleiten lassen. Soll daher die vorige Behauptung gegründet seyn, so muſs die Ursache jener Unmöglichkeit in der Mangelhaftigkeit einer, dabei zum Grunde liegenden, Erklärung gesucht werden. *Legendre* scheint dieser Ansicht beizupflichten, indem er sagt, man müsse die Ursache, warum der eilfte Grundsatz *Euklid's* noch nicht auf eine ganz geometrische Art bewiesen wurde, ohne Zweifel einer Unvollkommenheit in der Erklärung der geraden Linie beimessen, welche den Elementen zur Grundlage dient. Man muſs aber hiebei bemerken, daſs die Erklärung der geraden Linie nicht die einzige ist, worauf sich die Theorie der parallelen Linien stützt, sondern daſs dabei auch die Erklärung der Winkel, welche die geraden Linien mit einander bilden, in Betrachtung gezogen werden muſs, indem dieselbe eben so we-

sentlich zu jener Theorie gehört. Es wäre daher wohl möglich, daſs jene Unvollkommenheit, welche *Legendre* in der Erklärung einer geraden Linie vermuthet, eigentlich in der Erklärung eines Winkels liege.

Die Untersuchung, ob eine dieser beiden Vermuthungen gegründet sey, dürfte die, darauf zu verwendende, Mühe und Zeit wohl hinlänglich belohnen, weil wir nur auf diesem Wege über die Möglichkeit einer vollständigen, allen Anforderungen entsprechenden, Theorie der parallelen Linien Gewiſsheit erhalten können, und weil dadurch wahrscheinlich auch die Mittel an die Hand gegeben werden dürften, durch welche das etwa Fehlende ergänzt werden muſs.

§. 7. Mehrere mathematische Schriftsteller stellen zwar sehr verschiedene Erklärungen der geraden Linien auf, man kann sich indessen leicht überzeugen, daſs sie doch alle eigentlich von dem Satze ausgehen: *durch zwei Puncte kann nur eine einzige gerade Linie gezogen werden.* Einige Mathematiker stellen diesen Satz als einen Grundsatz auf, andere haben ihn, und zwar meines Erachtens mit Recht, in die Erklärung der geraden Linie selbst verflochten. Da aber auch die Ersteren sich bei den folgenden Beweisen nicht auf ihre gegebene Erklärung, sondern überall nur auf den eben angeführten Satz berufen, so ist es im Grunde eben so viel, als ob dieser Satz durchgängig, als Erklärung der geraden Linie, aufgestellt wäre. Wirklich ist auch nur die *gerade* Linie so beschaffen, daſs durch zwei Puncte bloſs eine einzige möglich ist; von jeder anderen Gattung von Linien können mehrere durch die nämlichen zwei Puncte gehend gedacht werden. Hieraus zeigt sich, daſs die gerade Linie durch die angegebene Eigenschaft vollkommen bestimmt ist, indem sie dadurch von allen anderen möglichen Linien unterschieden wird. Daher müssen

sich auch alle übrigen Eigenschaften der geraden Linie, welche ihr wesentlich zukommen, aus dieser einzigen herleiten lassen, und die, mit Zuziehung dieser Eigenschaft ausgesprochene, Erklärung der geraden Linie muſs, als vollkommen genügend, angesehen werden, so daſs in derselben ein Mangel nicht gefunden wird, weſswegen die Theorie der parallelen Linien nicht vollständig sollte bewiesen werden können.

§. 8. Da wir nunmehr die Erklärung der geraden Linie von jeder wesentlichen Unvollkommenheit gerechtfertiget erblicken, bleibt uns noch die Erklärung des (geradlinigen) Winkels zu untersuchen übrig.

Manche erklären den Winkel, als die Neigung zweier, in einem Puncte zusammentreffender, gerader Linien gegen einander. Bei dieser Erklärung ist es in die Augen fallend, daſs zuerst bestimmt werden müsse, was man unter der Neigung zweier gerader Linien gegen einander zu verstehen habe. Dieser Forderung findet man aber nirgends Genüge geleistet, und ich glaube auch nicht, daſs der Begriff der Neigung eine genügende Erklärung zulasse, ohne dabei den Begriff eines Winkels schon voraus zu setzen. Im Grunde sind die Worte *Winkel* und *Neigung* nur verschiedene Benennungen, bezeichnen aber beide den nämlichen Gegenstand, so daſs das eine durch das andere nicht erkläret werden kann. Aus dieser Ursache ist die obige Erklärung durchaus unbrauchbar, um daraus die Eigenschaften des Winkels herzuleiten. Wirklich wird man auch finden, daſs weder *Euklid* noch irgend ein mathematischer Schriftsteller, welcher nach dem Vorgange *Euklid's* jene Erklärung beibehalten hat, sich bei den folgenden Sätzen jemals auf dieselbe berufen, sondern sie gebrauchen, um die Eigenschaften des Winkels zu erweisen, ganz andere Anhaltspuncte, welche in ihrer Erklärung nicht

ausdrücklich enthalten sind, und welche wir bald näher zu beleuchten Gelegenheit haben werden.

§. 9. Alle diejenigen Mathematiker, welche die Erklärung *Enklid's* für nicht zureichend erkannten, bedienen sich folgender Erklärung: Winkel ist die Abweichung der Richtungen zweier, in einem Puncte zusammen treffender, gerader Linien von einander. Zwar gebrauchen Einige hiebei den Ausdruck: *Lage*, allein sie wollen damit offenbar das Nämliche bezeichnen, was man unter *Richtung* versteht; nur scheint mir das Wort *Lage* keiner deutlichen Bestimmung fähig zu seyn, welche bloſs auf die *gerade* Linie paſst, während sich genau angeben läſst, was die Richtung einer geraden Linie sey.

Die gerade Linie, welche durch zwei Puncte gezogen werden kann, heiſst die Richtung von einem derselben gegen den anderen. Hieraus, und aus der oben angedeuteten Erklärung der geraden Linie folgt, daſs alle Puncte einer geraden Linie einerlei Richtung gegen einander haben. (Eine Unterscheidung der sogenannten entgegengesetzten Richtungen würde bei dem hier zu behandelnden Gegenstande ganz ohne Nutzen, und daher überflüssig seyn.) Deſswegen nennt man die Richtung jeder zwei Puncte einer geraden Linie die Richtung der Linie selbst, und die gerade Linie bezeichnet auf diese Art selbst ihre Richtung nach ihrer ganzen Ausdehnung. Indessen darf man doch die Ausdrücke: *gerade Linie* und *ihre Richtung*. nicht für einerlei halten, weil man bei der geraden Linie immer auch ihre Länge zu berücksichtigen hat, während die Richtung von der Länge der Linie ganz unabhängig ist, so daſs zur Bezeichnung der Richtung einer geraden Linie jedes, auch das kleinste Stück derselben zureicht, zur vollständigen

Bestimmung einer geraden Linie aber müssen nothwendig ihre Endpuncte gegeben seyn.

§. 10. Nachdem auf solche Art der Begriff der Richtung einer geraden Linie festgestellt wurde, können wir fortfahren, die Erklärung des Winkels genau zu erörtern.

Vor Allem zeigt sich, daſs bei einem Winkel nur die *Richtungen* der beiden geraden Linien betrachtet werden, daſs daher die Länge derselben auf den Winkel keinen Einfluſs haben kann. Nun frägt sich aber noch, was man denn unter der *Abweichung* der Richtungen zu verstehen habe? Will man bei der Erklärung des Wortes *Abweichung* den Winkel nicht schon voraussetzen, was hier durchaus nicht geschehen darf; so wird man finden, daſs dieses Wort hier nichts anderes bedeute, als eine Verschiedenheit, den Gegensatz vom Einerleiseyn. Abweichung ist nur ein eigenthümlicher, für geometrische Gegenstände besser geeigneter, Ausdruck, ohne deſswegen etwas Anderes zu bezeichnen, als Verschiedenheit. Somit wäre der Winkel die Verschiedenheit der Richtungen zweier, in einem Puncte zusammentreffender, gerader Linien.

§. 11. Betrachtet man die im §. 10 am Ende gegebene Erklärung, so wird sich sogleich der Zweifel aufdrängen, ob denn der Winkel wohl eine Gröſse sey, da dort nur ein negatives Merkmal, nämlich das nicht Einerleiseyn der Richtungen angegeben ist. Ich glaube nicht, daſs man aus jener Erklärung den Winkel als eine Gröſse betrachten könne. Wie soll auch die *bloſse Verschiedenheit* der Richtungen eine Gröſse seyn, da doch nicht einmal die *Richtungen selbst* Gröſsen genannt werden können? Gewiſs eben so wenig, als überhaupt die bloſse Verschiedenheit was immer für anderer Gegenstände als Gröſse angesehen werden kann, sobald nicht

eine gewisse Beschaffenheit derselben angegeben wird, wodurch ihr erst das wesentliche Merkmal einer Gröſse zugetheilt erscheint. Da nun in der Mathematik, und daher auch in der Geometrie, als einem Theile der Mathematik, nur Gröſsen in Betrachtung gezogen werden; so zeigt sich, daſs die obige Erklärung, wenn sie gleich richtig ist, dennoch nicht hinreicht, um den Winkel, als einen Gegenstand der Geometrie, darzustellen. Es mangelt nämlich darin eine Bestimmung, durch welche der Winkel erst zu einer Gröſse, und mithin der mathematischen Behandlung fähig wird. Diese noch mangelnde Bestimmung in der Erklärung des Winkels muſs nicht nur bewirken, daſs durch sie der Winkel als eine Gröſse angesehen werden könne, sondern sie muſs auch so beschaffen seyn, daſs sich daraus alle Eigenschaften, welche dem Winkel als Gröſse zukommen, vollständig herleiten lassen; denn sie soll als Ergänzung der obigen Erklärung dienen, und muſs daher auch die Eigenschaften einer Erklärung besitzen.

§. 12. Diesen Vordersätzen gemäſs sehen wir nunmehr, was bisher zur Vervollständigung der Erklärung des Winkels geleistet worden ist, und ob dasselbe den eben gemachten Anforderungen entspricht, oder nicht. Durchgeht man zu diesem Ende die Lehrbücher der Geometrie, so wird man finden, daſs überall entweder ausdrücklich oder stillschweigend folgender Satz angenommen wird: *Jeder Winkel kann aus den zwei Winkeln zusammengesetzt gedacht werden, welche seine Schenkel mit einer dritten, zwischen ihnen durch den Scheitel in der nämlichen Ebene gezogenen, geraden Linie bilden.* Wirklich ist es in die Augen fallend, daſs sich in allen Lehrbüchern der Geometrie lediglich auf diesen Satz, niemals aber auf die Erklärung des Winkels bezogen wird: man muſs daher auch denselben als die wahre Grundlage

der Theorie des Winkels ansehen. Nun ist es aber gewiſs, daſs dieser Satz nicht, als eine Folgerung, aus der obigen Erklärung des Winkels hergeleitet werden kann, weil in der letzteren gar keine bestimmte Beschaffenheit der Verschiedenheit der Richtungen angegeben wird, während ihr dieser Satz eine bestimmte Eigenschaft, nämlich daſs sie aus anderen Verschiedenheiten zusammengesetzt gedacht werden könne, beimiſst. Mithin muſs dieser Satz als die, in §. 11 für nothwendig erkannte, Ergänzung zu der Erklärung des Winkels betrachtet werden, wie sie bisher von allen Mathematikern angenommen wurde, und es kommt nun darauf an, ob sie die am Ende des §. 11 angegebenen Eigenschaften besitzen.

§. 13. Durch die Annahme des in §. 12 aufgestellten Satzes wird ein Winkel, als aus andern Winkeln zusammengesetzt, gedacht; gerade darin aber, daſs ein Ding aus mehreren gleichartigen Theilen zusammengesetzt gedacht werden könne, liegt das unterscheidende Merkmal einer Gröſse: mithin wird durch jenen Satz der Winkel allerdings als eine Gröſse dargestellt, und der mathematischen Behandlung fähig. Es entsteht nur noch die Frage, ob sich daraus auch *alle* Eigenschaften des Winkels mit Nothwendigkeit herleiten lassen. Wäre es hiebei erlaubt aus dem Erfolge zu urtheilen, so müſste man dieſs geradezu verneinen, denn bisher ist es noch niemanden gelungen, mit Hülfe jenes Satzes, welchen schon *Euklid* stillschweigend voraussetzt, die Theorie der parallelen Linien fest zu begründen. Indessen, auch abgesehen von diesem ungünstigen Erfolge, scheint man hinreichenden Grund zu haben, jene Verneinung auszusprechen. Denn in dem Satze des §. 12 wird vorausgesetzt, daſs die dritte Linie, welche zwischen den Schenkeln des gegebenen Winkels liegt (Vergleichslinie), durch den Scheitel desselben gehe. Mithin kann durch

Hülfe jenes Satzes nur über die Gröſse derjenigen Winkel ein Urtheil gefällt werden, welche entweder ohnehin schon einerlei Scheitel haben, oder welche man wenigstens durch Übertragung von einer Stelle zur anderen sich so denken kann, daſs sie einerlei Scheitel erhalten; kurz es können nur solche Winkel in Bezug auf ihre Gröſse mit einander verglichen werden, deren Scheitel gegeben sind. Es kann aber auch ein Urtheil über die Gröſse von Winkeln gefordert werden, deren Scheitel nicht gegeben sind. In einem solchen Falle findet man in dem Satze des §. 12 durchaus keinen Anhaltspunct; da nun aber gerade jener Satz es ist, von welchem, als der Ergänzung der Erklärung, man bei jedem Urtheile über die Gröſse der Winkel ausgeht, so zeigt sich, daſs man in dem gesetzten Falle nicht im Stande ist, auf streng geometrische Weise zum erwünschten Ziele zu gelangen. Hieraus sieht man, daſs der Satz des §. 12 nicht hinreicht, um *alle* Eigenschaften, welche dem Winkel zukommen, daraus abzuleiten, und daſs derselbe daher nicht beide Eigenschaften, welche in §. 11 von der nöthigen Ergänzung der Erklärung des Winkels gefordert wurden, in sich vereinige.

§. 14. Sind die Behauptungen des §. 13 gegründet, so darf es uns nicht wundern, daſs man zwar einige Eigenschaften des Winkels ganz leicht ableiten konnte, denn dazu ist, wie wir gesehen haben, der Satz des §. 12 allerdings hinreichend, daſs man aber auf keine Weise im Stande war, den eilften Grundsatz *Euklid's* strenge zu erweisen. Man wird nämlich leicht sehen, daſs gerade bei diesem berühmten Grundsatze der Fall eintritt, von welchem wir in §. 13 erwiesen haben, daſs der Satz des §. 12 zu seiner Entscheidung nicht zureiche, indem hiebei von einem Winkel die Rede ist, welchen die beiden, von der dritten geschnittenen, gera-

den Linien unter einander bilden sollen, dessen Scheitel also nicht gegeben, sondern noch unbekannt ist, weil es erst erwiesen werden soll, daſs es einen solchen Scheitel gebe. Hieraus zeigt sich, daſs der wahre Grund, warum es bisher nicht gelingen wollte, die Theorie der Parallellinien vollständig zu erweisen, eigentlich darin liege, daſs die Voraussetzung, welche die Stelle der Erklärung des Winkels vertreten soll, und welche man dabei zum Grunde legen wollte, zu einem vollständigen Beweise unzureichend, und aus der nämlichen Ursache wird auch fernerhin eine durchgängig begründete, fehlerfreie Theorie so lange nicht geliefert werden können, als man noch von den nämlichen Vordersätzen ausgehen zu müssen glaubt.

§. 15. Die vorigen Betrachtungen zeigen uns nicht nur den Grund des bisherigen Miſslingens aller Versuche zur Berichtigung der Theorie der Parallellinien, sondern sie deuten uns zugleich den Weg an, welchen man betreten muſs, um glücklich zum Ziele zu gelangen. Wir haben nämlich gesehen, daſs die Erklärung des Winkels, wie sie in §. 10 enthalten ist, nicht geeignet sey, denselben als eine Gröſse darzustellen, und dadurch zur mathematischen Behandlung fähig zu machen; wir haben ferner gefunden, daſs der Satz, welchen man bisher allgemein, als Ergänzung jener Erklärung, gebraucht hat, obgleich sich daraus einige Eigenschaften des Winkels ergeben, dennoch nicht hinreichend sey, *alle* Beziehungen desselben abzuleiten, weil dieser Satz nur von einem einzelnen Falle spricht, und daher auf den entgegengesetzten Fall keine Anwendung finden kann. Es bleibt uns daher nichts anderes übrig, als den Mangel, welchen wir in dem Satze des §. 12 gefunden haben, zu verbessern, das heiſst, jenen Satz so allgemein auszusprechen, daſs er nicht bloſs auf einen ein

zelnen, sondern überhaupt auf *jeden* Fall paſst, es mag die Vergleichslinie durch den Scheitel des gegebenen Winkels gehen, oder nicht. Wirklich ist auch nichts leichter, als dieser Forderung zu entsprechen, und man wird sich dann leicht überzeugen, daſs sich aus einer solchen allgemeineren Ergänzung der Erklärung eines Winkels alle Eigenschaften der Winkel, und die davon abhängenden Beziehungen der geraden Linien auf eine eben so einfache Weise herleiten lassen, wie man bisher einen Theil derselben aus dem eingeschränkteren Satze des §. 12 wirklich hergeleitet hat.

§. 16. Den ausgesprochenen und als nothwendig erkannten Ansichten gemäſs erkläre man nun den Winkel folgender Maſsen: Winkel heiſst die so beschaffene Abweichung der Richtungen zweier, in einem Puncte zusammentreffender, gerader Linien, daſs dieselbe aus den beiden Abweichungen der Richtungen jener Linien von der Richtung einer dritten, zwischen ihnen gezogenen, und mit beiden zusammentreffenden, geraden Linie bestehend gedacht werden könne.

Nach dieser Erklärung bedarf es nur noch des fünfzehnten Satzes im ersten Buche der Elemente *Euklid's*, um ganz leicht erweisen zu können, daſs ein äuſserer Winkel acd (Fig. 26) des Dreieckes abc den beiden inneren, entgegengesetzten Winkeln abc und bac zusammen genommen gleich sey. Denn man verlängere die Seiten ba und ca über den Scheitel a; so liegt die Linie ae zwischen den Schenkeln des Winkels fcd, und trifft beide in a und b. Mithin kann nach der obigen Erklärung der Winkel fcd aus den beiden Winkeln fae und ebd bestehend gedacht werden, oder es ist

$$fcd = fae + ebd.$$ Ferner ist

$$fcd = acd,\ fae = bac \text{ und } ebd = abc.$$

Setzt man diese Werthe in der erhaltenen Gleichung; so kommt endlich $acd = bac + abc$ zum Vorscheine, was gerade der zu erweisende Satz ist. Daſs sich dann aus dem oben bewiesenen Satze die ganze Theorie der parallelen Linien ohne alle Schwierigkeit ableiten lasse, ist eine so bekannte Wahrheit, daſs es gänzlich überflüssig wäre, hierüber noch ein Wort zu verlieren.

§. 17. So sind wir nunmehr durch genaue Entwickung der Erklärungen einer geraden Linie und des geradlinigen Winkels zu einer Theorie der parallelen Linien gelangt, welche, wenn man einmal die Richtigkeit und Nothwendigkeit der obigen Erklärung des Winkels anerkannt hat, in Hinsicht der Consequenz sowohl, als auch der Kürze und Leichtigkeit nichts zu wünschen übrig läſst

Übrigens will ich die vorstehende Theorie der parallelen Linien keineswegs für etwas ganz Neues ausgeben. Schon die Theorie, welche *W. J. P. Karsten* im Jahre 1778 bekannt gemacht hat, kann, als im Wesentlichen damit übereinstimmend, betrachtet werden, nur hat *Karsten* die Richtungen (Lagen) zweier, in einer Ebene liegender, sich jedoch nicht schneidender, gerader Linien für einerlei angenommen, was nach den vorher gegebenen Erklärungen nicht angeht. Noch genauer treffen die Theorien einiger neuerer Schriftsteller mit der obigen zusammen. Indessen hat weder *Karsten*, noch einer der übrigen Mathematiker, welche mit ihm bei diesem Gegenstande im Wesentlichen einerlei Weg betraten, die Voraussetzungnn genau angegeben, von welchen sie ausgehen, so daſs ihre Theorien noch immer, als nicht vollständig begründet, erscheinen; noch weniger aber hat einer derselben die *wissenschaftliche Nothwendigkeit* solcher Voraussetzungen erwiesen. Gerade das aber war das Ziel, welches ich hier zu erreichen

strebte. Ich wollte nämlich zeigen, daſs die bisher immer aufgestellte Erklärung des Winkels, sammt ihrer, in §. 12 enthaltenen, Ergänzung nicht hinreichend seyn könne, um daraus alle Beziehungen des Winkels abzuleiten, sondern daſs es zu diesem Ende nothwendig sey, eine umfassendere, nicht auf einen einzelnen Fall beschränkte, Erklärung zum Grunde zu legen, wie es in §. 16 geschehen ist. Wer diese Vordersätze zugibt, wird an den, daraus abgeleiteten, Folgerungen nicht mehr zweifeln können; sollte ich mich jedoch in diesen Vordersätzen geirret haben, dann fällt freilich auch alles darauf Gebaute von selbst weg.

§. 18. Es ist übrigens in die Augen springend, daſs die obige Theorie keine bestimmte Erklärung der parallelen Linien voraussetze, sondern daſs sie auf jede derselben gleich leicht angepaſst werden könne. Indessen kann es in einer strengen Wissenschaft doch nicht ganz gleichgültig seyn, von welcher Erklärung des zu behandelnden Gegenstandes man ausgehe: es mögen mir daher hierüber noch ein paar Worte gestattet seyn.

Man wird dem Satze gerne beitreten, daſs Erklärungen so allgemein als möglich aufgestellt werden müssen. Denn in so ferne Erklärungen nur bloſse Folgerungen aus anderen allgemeineren sind, ist es der wissenschaftlichen Methode angemessen, sie auch als bloſse Folgerungen hinzustellen; enthalten sie aber mehr als bloſse Ableitungen und Anwendungen einer allgemeineren Erklärung, dann kann es nicht erlaubt seyn, sie so geradezu hinzustellen, sie müssen vielmehr, als Lehrsätze, erwiesen werden.

Betrachtet man aus dem eben angegebenen Gesichtspuncte die Erklärung, welche *Euklid* von parallelen Linien aufstellt; so wird man sich nicht enthalten können, sie für zu wenig allgemein anzuerkennen. Denn erst-

lich ist in dieser Erklärung nur von Linien die Rede, obgleich in der Folge auch parallele Ebenen vorkommen, ja man betrachtet sogar Linien als parallel zu Ebenen, so daſs *drei* Erklärungen gegeben werden müssen.

Ferner handelt die *Euklid*'sche Erklärung nur von *geraden* Linien; man hat jedoch bereits lange anerkannt, daſs auch *krumme* Linien parallel seyn können, die obige Erklärung sollte daher eigentlich so eingerichtet werden, daſs sie auch auf den letzteren Fall paſst. Endlich wird in jener Erklärung schon vorausgesetzt, daſs die parallelen Linien in *einer* Ebene liegen sollen. Im Allgemeinen ist aber der Parallelismus der Linien ganz unabhängig von ihrer Lage in einer Ebene, sondern diese Lage ist nur bei *geraden* Linien eine nothwendige Folge des Parallelseyns derselben, weſswegen auch diese besondere Eigenschaft der geraden Linien, als ein Lehrsatz, erwiesen werden muſs.

Man wird auch leicht sehen, daſs die *Euklid*'sche Erklärung einer solchen Allgemeinheit, wie sie hier gefordert wurde, gar nicht fähig sey, indem das *bloſse* Nichtschneiden nicht einmal bei den geraden Linien überhaupt, viel weniger bei den Linien im Allgemeinen, oder bei Flächen hinreicht, dieselben als parallel darzustellen. Man muſs daher gestehen, daſs die *Euklid*'sche Erklärung nicht allen Forderungen eines streng wissenschaftlichen Systems Genüge leiste.

Daſs die eben gemachten Bemerkungen auch jede Erklärung treffen, vermöge welcher parallele Linien solche gerade seyn sollen, welche in einer Ebene liegen, und von einer dritten unter gleichen Winkeln geschnitten werden, ist in die Augen fallend. Es wird daher nicht nothwendig seyn, diese Behauptung auszuführen, und das Ungenügende in dieser Erklärung umständlich darzustellen, wie es mit der vorhergehenden geschehen ist.

§. 20. Nach demjenigen, was in §. 19 gesagt wurde, bleibt uns nur noch diejenige Erklärung der parallelen Linien übrig, wobei von den gleichen Abständen (Entfernungen) der Puncte ausgegangen wird. Diese Erklärung ist allerdings einer, der verlangten Allgemeinheit angemessenen, Darstellung fähig, nur muſs man sich auch hiebei sorgfältig hüten, daſs man kein Merkmal in dieselbe lege, welches sich schon aus den übrigen, darin enthaltenen, Merkmalen herleiten läſst. Insbesondere darf die Wechselseitigkeit des Parallelseyns nicht schon in der Erklärung liegen, weil dieselbe nur bei Linien unter sich, und bei Flächen unter sich vorhanden ist; sobald aber Linien und Flächen mit einander verglichen werden, kann von einer Wechselseitigkeit des Parallelseyns nicht mehr die Rede seyn. Mithin muſs diese Eigenschaft auch für die beiden Fälle, in welchen sie gilt, erwiesen werden.

Es scheint, daſs man, nachdem vorher der Abstand eines Punctes von einem geometrischen Gegenstande (Punct, Linie, Fläche oder Körper) als die kürzeste gerade Linie bestimmt worden ist, welche von dem ersteren an irgend einen Punct des letzteren gezogen werden kann, die Erklärung des Parallelseyns folgender Maſsen schicklich aufstellen könne: Ein geometrischer Gegenstand, dessen jeder beliebig angenommener Punct von einem andern geometrischen Gegenstande denselben Abstand hat, heiſst zu dem letzteren parallel. Diese Erklärung paſst auf alle Fälle, und enthält nur das einzige Merkmal der gleichen Abstände, worin eigentlich das Wesen des Parallelismus besteht, ohne ein anderes fremdartiges oder zufälliges Merkmal einzumengen.

Sie entspricht daher allen, an sie zu machenden, Anforderungen vollkommen, woraus folgt, daſs man ge-

rade diese Erklärung der Theorie der parallelen Linien sowohl, als der parallelen Flächen, als Grundlage unterlegen müsse.

§. 21. Bei der Theorie der parallelen *geraden* Linien insbesondere kommt es nach der, im vorigen Paragraphe aufgestellten, Erklärung vorzüglich darauf an, zu beweisen, daſs alle Puncte einer Ebene, welche von einer, in der nämlichen Ebene liegenden, geraden Linie, auf einerlei Seite derselben, gleiche Abstände haben, ebenfalls in einer geraden Linie liegen, von welcher alle Puncte der ersteren Geraden denselben Abstand haben. Man darf aber auch den Beweis des Satzes nicht vergessen, daſs zwei parallele gerade Linien nothwendig in *einer* Ebene liegen müssen. Es würde mich weit über die Gränzen, welche ich mir gesetzt habe, hinaus führen, wenn ich die Beweise mit den dazu gehörigen Sätzen und Erklärungen hier vollständig ausführen wollte, auch sind dieselben nach dem früher Gesagten keiner Schwierigkeit mehr unterworfen. Daher mag es hier genug seyn, nur die vorzüglichsten Puncte, welche man nicht überall sorgfältig genug beachtet findet, kurz angedeutet zu haben.

Zum Schlusse muſs ich aufrichtig gestehen, daſs ich mir keineswegs schmeichle, das hier über die Theorie der parallelen Linien Beigebrachte werde sich einer allgemeinen Zustimmung zu erfreuen haben. Ich glaubte jedoch berechtiget zu seyn, meine Ansicht über diesen, fast schon bis zum Ekel besprochenen, Gegenstand darzulegen, da dieselbe, wenn man sie auch nicht als allen Wünschen genügend ansehen will, doch durch genauere Feststellung mancher, dabei vorkommender, Begriffe nicht ganz ohne Nutzen seyn dürfte; überdieſs glaube ich hier wenigstens den Weg gezeigt zu haben,

auf welchen man sich versichern kann, ob dasjenige, was man bei der Theorie der parallelen Linien noch vermiſst, bloſs durch Schuld der bisherigen Bearbeiter nicht geleistet wurde, oder ob es nicht vielleicht ganz unmöglich sey, mit den bisher dabei angewendeten Vordersätzen auszulangen.

VI.

Eine besonders wirksame Electrisirmaschine, nebst einigen damit angestellten Versuchen;

von

F. Pfister *).

Die Electrisirmaschine, von der hier die Rede ist, gehört zur Gattung der Scheibenmaschine. Sie hat eine Scheibe von 28 Zoll Durchmesser, die in der ganzen Fläche gleichförmig 2 L. dick ist, und aus venetianischem Spiegelglase geschnitten wurde.

Die Reibzeuge sind 7 Z. lang, 2 Z. breit, und 1 Z. dick, gegen die Glasseite ganz flach, am Rücken hingegen cylindrisch abgerundet; jedes derselben ist mit lakirtem Taffet, und überdieſs noch gegen die Axe zu mit ovalen Spiegelgläsern versehen. Eine eigene Einrichtung macht die Reibzeuge nach allen Richtungen beweglich, gleichsam als bewegten sie sich in einer sogenannten Nuſs, so daſs sie immer an das Glas angedrückt werden, wenn auch dieses auf seiner Axe nicht vollkommen senkrecht befestiget wäre, oder die Scheibe ungleich dicke Stellen hätte.

*) Herr *Pfister*, der diese Maschine selbst verfertigte, ist Saaldiener am k. k. polytechnischen Institute in Wien.

Der Conductor besteht aus einer getriebenen Kugel von Messingblech, die 10 Z. im Durchmesser hält. Diese Kugel ruht auf einer ebenfalls messingenen Glocke, deren Randstärke 2 Z. beträgt, und in eine Öffnung eine verticale Glassäule von 2 Z. 6 L. Länge, und 2 Z. Dicke aufnimmt, die mit dem unteren Ende in den Fuſs eingekittet ist, der sich auf dem Bodenbrete der ganzen Maschine verschieben, und auch in jeder Lage mittelst einer Schraube befestigen läſst. Die Arme des Conductors sind 1 Z. dick, und bilden einen Halbzirkel von 3 F. Durchmesser. Sie lassen sich in eine horizontale Ebene stellen, und nehmen dann die Electricität von der Scheibe auf, aber auch in eine verticale Ebene bringen, damit ihnen die negative Electricität der Reibzeuge zuflieſsen kann. Die Sauger bestehen aus 1 Z. dicken Röhren, ihre Länge beträgt 5 Z., jeder derselben hat 4 Spitzen, die $^1/_2$ Z. lang sind. Gegen die Axe der Scheibe zu sind sie mit Kugeln aus Guajakholz versehen.

Versuche mit dieser Maschine.

1. Wenn die positiven Funken von einer dreizolligen Kugel in eine fünfzollige übergehen, beträgt ihre Länge 13, oft auch 14 Z. Gewöhnlich berechnet man die Funkenlänge nach der kürzesten Linie, die man vom Reibzeuge nach dem Sauger ziehen kann; hier sind sie aber bedeutend länger, als diese Regel angibt, denn die genannte Linie beträgt nur etwa 10 $^1/_2$ bis 11 Z.

2. Die Funken, welche aus der groſsen Conductorkugel auf die auffangende Kugel von 5 Z. Durchmesser gehen, sind 4 Z. lang, und gleichen einem Lichtcylinder von mehr als $^1/_4$ Z. Dicke; sie verursachen beim Überspringen einen Knall, wie eine groſse sich selbst entladende Leidnerflasche.

3. Die negativen Funken gehen von einer Kugel, die 1 ½ Z. im Durchmesser hat, in die Conductorkugel aus einer Entfernung von 10 bis 11 Z. über.

4. An einer sehr scharfen Nadelspitze sind die Funken ¼ Z. lang.

5. In einer Entfernung von 6 — 8 F. empfindet man in einem grofsen Locale die rückstrahlende Electricität.

6. Durch den einfachen Funken wird ein ächtes Goldblatt von 10 Z. Länge und ¼ Z. Breite oxydirt, wenn es sich auf Papier zwischen zwei Spiegelplatten befindet.

7. Eine Glastafel von 4 L. Dicke wird durch den einfachen Funken durchbohrt.

8. Die Wasserzersetzung geht durch den einfachen electrischen Strom so schnell vor sich, dafs sich in wenigen Minuten eine Gasblase von der Gröfse einer Haselnufs bildet.

9. Ein Tannenbret von 8 Z. Länge und 4 Z. Breite wurde mit gestofsenem Harz bestreut, und ein einfacher Funken darüber geleitet. Augenblicklich entzündete es sich nach der ganzen Länge, und der Gang des Funkens ward durch eine in das Holz eingerissene Furche erkennbar gemacht; auch rifs er entzündete Holzsplitter weg.

10. Wenn man im Dunkeln bei feuchter Luft die Maschine dreht, so strömen aus den Taffetflügeln auf den, welcher die Kurbel in Bewegung setzt, fortwährend Strahlenbüschel, wiewohl der Weg, den sie zu nehmen haben, zwei Fufs lang ist.

11. Eine grofse Leidnerflasche, deren Belegung mehr als zwei Quadratfufs Oberfläche hat, wird durch drei Umdrehungen zur Selbstentladung gebracht.

12. Ein grofser Glassturz von 9 Z. im Durchmesser, und mit einer 2 F. hohen Belegung, der wie eine

Lane'sche Electrometerflasche eingerichtet ist, wird durch 14 Umdrehungen der Scheibe so stark geladen, daſs bei seiner Entladung durch den electrischen Strom ein 18 Z. langer Eisendraht von Nro. 12 geschmolzen wird.

12. Endlich läſst sich auch mittelst derselben Flasche eine sehr starke Ablenkung der Magnetnadel hervorbringen. Es wurde, um dieses zu Stande zu bringen, dünner Kupferdraht mit Seide umwunden, und überdieſs noch über den Seidenüberzug mit einer Firniſsdecke versehen, hierauf zu einem *Schweigger*'schen Multiplicator zusammengewunden. Er enthielt 400 Windungen. Innerhalb desselben wurde eine empfindliche Magnetnadel gestellt, und die Enddrähte mittelst nasser, etwa 4 Zoll langer, Schnüre mit den beiden Belegungen der Flasche in leitende Verbindung gesetzt. Sobald die Flasche sich entlud, mithin der in den zwei feuchten Schnüren verzögerte Strom durch den Multiplicator ging, erfolgte eine Ablenkung der Magnetnadel, die nahe an 90° grenzte. Ohne Dazwischenkunft der nassen Schnüre konnte man keine Ablenkung an derselben hervorbringen. Es ist zum Gelingen dieses Versuches eine gute Isolirung der einzelnen Drähte des Multiplicators, und eine Verzögerung des electrischen Stromes unumgänglich nothwendig. Es ist merkwürdig, daſs das letztere Mittel gerade dasjenige ist, mittelst welchem man auch Schieſspulver durch die Electricität anzündet.

VII.

Ein Beitrag zur Theorie der Beugung des Lichtes;

von

A. Baumgartner.

1. Der unsterbliche *Fraunhofer* hat die Phänomene der Beugung des Lichtes mit solcher Genauigkeit gemessen, und aus den Resultaten seiner Messungen die Gesetze dieser Modification so klar abgeleitet, daſs sich die Beugungserscheinungen jetzt in den mannigfaltigsten Fällen eben so leicht voraussehen lassen, wie die ohne Vergleich einfacheren Phänomene der Brechung und Reflexion des Lichtes. Hätte *Fraunhofer* nicht gründliche theoretische Bildung mit Künstlergeschicklichkeit in so hohem Grade in sich vereinet, so hätte er eine so schwierige Arbeit nicht so glücklich zu Ende bringen können; denn sie forderte höchst genaue Instrumente, groſse Aufmerksamkeit und Dexterität im Beobachten und Messen, klare Ansichten zur Entwerfung des Operationsplanes, und endlich Scharfsinn genug, um aus den verwickelten Ergebnissen der Versuche die einfachen Naturgesetze ableiten zu können. Dieser gelehrte Künstler hat seiner Arbeit noch dadurch die Krone aufgesetzt, daſs er nach seiner hypothetischen Ansicht über die Natur des Lichtes eine Gleichung entwickelte (*Gilbert's* Annalen, Bd. 74, S. 358 u. 360), die alle Phänomene der Beugung zugleich dem Maſse nach angibt; er hat, wie er selbst angibt, diese Gleichung *aus dem Principe der Interferenz ohne Näherung* entwickelt, aber die Deduction selbst nicht angegeben. Es ist zwar nicht schwer, diese Deduction aus dem genannten Principe zu machen,

aber es dürfte dessen ungeachtet manchem Freunde der optischen Wissenschaften nicht unlieb seyn, sie hier zu finden.

2. Es sey *ab* (Fig. 27) eine Öffnung in dem Schirme *AA'*, und man lasse von einem weit entfernten, z. B. in einer engen Spalte am Fensterladen befindlichen, leuchtenden Puncte Lichtstrahlen darauf fallen, die man daher als parallel annehmen kann. Die zwischen *am* und *bn* liegenden Strahlen treffen die Öffnung des Schirmes, *am* und *bn* berühren die Ränder dieser Öffnung. Man nehme ferner an, daſs in dem Augenblicke, wo *a* und *b* von den Strahlen getroffen werden, diese Puncte *gleichsam* selbst als leuchtende Puncte auftreten, und nach allen Richtungen Strahlen aussenden, die sich sowohl vor als hinter dem Schirme durchkreuzen, und in den Durchkreuzungspuncten die Interferenz-Phänomene hervorbringen.

Zu dieser letzteren Annahme, nämlich daſs sich *a* und *b* selbst wie leuchtende Puncte verhalten sollen, findet man im ganzen Bereiche der Emanationshypothese freilich keinen Grund, ja es scheint diese Annahme ihrer Natur völlig zuwider zu seyn; mit der Vibrationshypothese ist sie recht wohl vereinbarlich, wenn man sie auch bis jetzt aus den Formeln, welche die Mathematiker für die vibrirende Bewegung aufstellen, nicht ableiten konnte; ja bei der analogen Bewegung der Theile des Wassers oder Quecksilbers bei der Fortpflanzung der Wellen zeigt sich ein ähnliches Verhalten der Ränder einer Öffnung augenscheinlich, wie zuerst nebst vielen anderen lehrreichen Sätzen von den Gebrüdern *Weber* in ihrer vortrefflichen Wellenlehre gezeigt wurde. Es läſst sich sogar aus der Natur der vibrirenden Bewegung ein Grund für dieses Verhalten der Ränder angeben. Die Theile einer im Fortschreiten begriffenen

Welle können sich, so lange diese nicht unterbrochen ist, nur vorwärts bewegen, keineswegs aber seitwärts ausweichen, weil alle Theile derselben Welle zugleich in demselben Grade verdichtet oder verdünnt sind. So wie aber die Welle unterbrochen ist, und ein Theil derselben in einem Medium sich fortpflanzt, während die Bewegung des übrigen Theils in ein anderes übergehen will, hört die Gleichheit der Verdichtung und Verdünnung aller Theile derselben Welle auf, und es tritt eine Seitenbewegung ein, die mit der vorwärts schreitenden verbunden, jene Umbeugung der Hauptwelle um die Ränder der Öffnung als resultirende Bewegung hervorbringt, die den Schein erzeugt, als wäre der Rand selbst ein leuchtender Punct, und sende Strahlen aus.

3. Gesetzt, es fallen die Strahlen schief gegen die Ebene des Schirmes auf, und bilden mit dem auf dieser Ebene errichteten Perpendikel den Winkel σ, so erfolgt die Beugung an dem Rande b, der an der Seite der Neigung der Strahlen liegt, eher als am Rande a. Um den Zeitunterschied zu finden, ziehe man bd senkrecht auf am, und berechne, wie lang ein Lichtstrahl braucht, um den Weg ad zurückzulegen. Befindet sich demnach hinter dem Schirme dasselbe Mittel, wie vor demselben, so haben die Strahlen nach ihrer Beugung in b schon den Weg $bg = ad$ zurückgelegt in dem Augenblicke, wo die Beugung in a vor sich geht. Heifst die Öffnung $ab' = \varepsilon$, so ist $bg = ad = \varepsilon$ sin. σ.

Ist nun s ein Interferenzpunct der gebeugten Strahlen as und bs, ω die bei Strahlen von einerlei Brechbarkeit in demselben Mittel constante Gröfse, welche nach der Vibrationshypothese die Länge einer Lichtwelle bedeutet, und ν eine ganze positive oder negative Zahl: so werden sich in s die Strahlen von einerlei Brechbarkeit addiren, wenn $gs - as = \nu\omega$, mithin wenn

$$bs - as = \varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega$$

oder $bs = as + \varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega$ ist.

4. Um die Gleichung der Linie, in welcher für einerlei Werth von ω und ν alle Interferenzpuncte liegen, oder was dasselbe ist, die Gleichung für den Weg irgend eines, z. B. des rothen, Strahles zu finden, sey c der Halbirungspunct von ab, und daher $ac = cb = \frac{\varepsilon}{2}$, ferner ce auf AA' senkrecht; man ziehe endlich sf senkrecht auf ce, und setze $sf = x$, $cf = y$, $as = r$ und $\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega = \rho$. Unter diesen Voraussetzungen erhält man:

$$r^2 = y^2 + \left(x - \frac{\varepsilon}{2}\right)^2 = y^2 + x^2 - \varepsilon x + \frac{\varepsilon^2}{4}, \quad (1)$$

$$(r+\rho)^2 = y^2 + \left(x^2 + \frac{\varepsilon}{2}\right)^2 = y^2 + x^2 + \varepsilon x + \frac{\varepsilon^2}{4}. \quad (2)$$

Zieht man (1) von (2) ab, sucht aus dem Unterschiede r, und daraus r^2, substituirt diesen Werth in (1), so bekommt man:

$$\frac{4\varepsilon^2 x^2 - 4\varepsilon\rho^2 x + \rho^4}{4\rho^2} = y^2 + x^2 - \varepsilon x + \frac{\varepsilon^2}{4},$$

und hieraus

$$x^2 (4\varepsilon^2 - 4\rho^2) = 4\rho^2 y^2 + (\varepsilon^2 - \rho^2)\rho^2. \quad (3)$$

Setzt man für ρ den obigen Werth $\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega$, so wird aus (3)

$$x^2 \left(4\varepsilon^2 - 4(\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega)^2\right) =$$
$$= 4y^2(\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega)^2 + \left(\varepsilon^2 - (\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega)^2\right)(\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega)^2.$$

Diese Gleichung ist genau diejenige, welche *Fraunhofer* (*Gilb.* Ann. B. 74, S. 360) anführt, nur mit dem Unterschiede, daſs er ν nur als positive Zahl annimmt, und daher immer $\varepsilon \sin.\sigma \pm \nu\omega$ setzen muſs, während

hier, wo ν positiv und negativ seyn kann, stets nur $\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega$ steht *).

Man sieht wohl leicht ein, daſs diese Gleichung einer Hyperbel zugehört, und daſs daher ein gebeugter Strahl einen hyperbolisch gekrümmten Weg einschlägt.

4. Um die Gesetze der Beugung näher ableiten zu können, sucht *Fraunhofer* die Tangente des Winkels, den ein Strahl nach der beim Durchgehen durch die schmale Öffnung erlittenen Modification mit der Ebene des Schirmes macht, nämlich tang. $s c A =$ tang. τ. Es ist klar, daſs man hat:

$$\text{tang.}\,\tau = \frac{y}{x}\,.$$

Sucht man aus (3) den Werth von x, und substituirt ihn in diesem Ausdrucke, so findet man

$$\text{tang.}\,\tau = \pm \frac{2y\sqrt{\varepsilon^2 - \rho^2}}{\rho\sqrt{4y^2 + \varepsilon^2 - \rho^2}}\,; \qquad (4)$$

einen Ausdruck, der zwar mit dem von *Fraunhofer* angegebenen (S. 358) nicht ganz übereinstimmt, aber doch zu derselben Formel führt, aus welcher *Fraunhofer* seine

---

*) In *Fraunhofer's* Aufsatz heiſst der letzte Factor $\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega$, während er hier $(\varepsilon \sin.\sigma + \nu\omega)^2$ heiſst; es ist aber keinem Zweifel unterworfen, daſs der Exponent nur durch einen Verstoſs im Schreiben oder Drucken weggeblieben ist; denn in den übrigen Gleichungen ist immer die zweite Potenz dieser Gröſse in Rechnung gebracht. Es ist eine sehr miſsliche Sache um einen complicirten mathematischen Ausdruck, der ohne Deduction hingeschrieben wird, weil der Leser nicht in den Stand gesetzt ist, etwaige Verstöſse zu verbessern. *Brewster*, der im 13ten und 14ten Hefte seines *Journal of Science Fraunhofer's* Arbeit seinen Landsleuten mittheilt, hat aus diesem Grunde auch den Fehler obiger Gleichung nicht ahnen können, und sie so mitgetheilt, wie sie in *Gilbert's* Annalen enthalten ist.

weiteren Deductionen machte, und die er mit den Ergebnissen der Erfahrung vergleicht.

Bei *Fraunhofer's* Versuchen war $y = 21{,}43$ P. Z., der gröfste Werth von ε betrug aber nur $0{,}11545$ Z. (neue Modification des Lichtes etc. von *Fraunhofer*, S. 9); defshalb verschwindet $\varepsilon^2 - \rho^2$ gegen $4y^2$, und man erhält

$$\text{tang.}\,\tau = \frac{\sqrt{\varepsilon^2 - \rho^2}}{\rho};$$

oder, weil $\cos.\tau = \frac{1}{\sqrt{1 + \text{tang.}\,\tau^2}}$, so ist auch

$$\cos.\tau = \frac{\rho}{\varepsilon}. \qquad (5)$$

Setzt man für ρ seinen Werth, so erhält man die *Fraunhofer*'schen Formeln

$$\text{tang.}\,\tau = \frac{\sqrt{\varepsilon^2 - (\varepsilon\sin.\sigma + \nu\omega)^2}}{\varepsilon\sin.\sigma + \nu\omega},$$

$$\cos.\tau = \frac{\varepsilon\sin.\sigma + \nu\omega}{\varepsilon}.$$

(*Gilb.* Ann. B. 74, S. 361.)

5. *Fraunhofer* hat auch nachgewiesen, dafs die Formel für das gebeugte Licht zugleich auch die Gesetze der Reflexion des Lichts in sich enthalte; es läfst sich aber auch leicht daraus das Brechungsgesetz nachweisen. Wird nämlich in obiger Formel $\varepsilon < \rho$, so wird $\cos.\tau > 1$, mithin unmöglich, d. h. die Beugung hört auf, und es bleibt nur das Licht übrig, dem $\nu = 0$ entspricht. Befindet sich hinter der Öffnung ein Mittel, für welches ω in $\mu\omega$ übergeht, wo μ eine für dasselbe Mittel constante Gröfse ist, so wird

$$\cos.\tau = \frac{\mu\rho}{\varepsilon} = \frac{\mu(\varepsilon\sin.\sigma + \nu\omega)}{\varepsilon},$$

mithin für $\nu = 0$:

$$\cos.\tau = \mu\,.\,\sin.\sigma \quad \text{oder} \quad \cos.\tau : \sin.\sigma = \mu : 1,$$

welches das bekannte Brechungsgesetz ist.

Der hier betrachtete Fall, wo die Farbensäume des gebeugten Lichtes verschwinden, und nur das gebrochene ungebeugte Licht übrig bleibt, kommt wohl in der Natur nie vor, weil nach der vorhin gemachten Voraussetzung die Öffnung im Schirme kleiner als ω, d. h. wenigstens kleiner als 0,00002422 P. Z. seyn müſste, in welchem Falle das Licht in unserem Auge wohl keinen wahrnehmbaren Eindruck mehr hervorbringen könnte. Es gibt aber noch mehrere Fälle, in welchen die von der Beugung herrührenden Farbensäume verschwinden, und nur das gebrochene Licht in der Axe übrig bleibt, also bloſs das Brechungsphänomen wahrnehmbar ist. Bei den vorigen Betrachtungen wird nämlich Licht, das nur durch eine enge Spalte in einen verfinsterten Raum eindringt, oder gleichsam nur eine Lichtlinie vorausgesetzt. Ist diese Öffnung bedeutender, so kann man sie als System paralleler Lichtlinien betrachten, deren jede ihre eigenen gebeugten Farbenbilder gibt. Da diese aber eine merkliche, ja oft bedeutende Breite haben, so decken sie sich zum Theile, und z. B. in den rothen Theil des Farbenbildes der ersten Lichtlinie fällt der gelbe der zweiten, der orange der dritten etc., so daſs daraus weiſses Licht hervorgeht, das aber viel schwächer ist als das nicht gebeugte, und dieses noch recht gut von jenem unterscheiden läſst. Ferner zeigt die Gleichung (5), daſs die Breite eines Farbenstreifens desto schmäler wird, je weiter die Öffnung im Schirme ist; für Öffnungen von bedeutender Breite werden die Farbenstreifen so schmal, daſs man sie kaum wahrzunehmen im Stande ist, und es bleibt wieder nur das gebrochene Licht übrig. Gewöhnlich wirken beide diese der Beugung ungünstigen Fälle zusammen; das Licht dringt durch weite Öffnungen, Fenster genannt, in unsere Zimmer, und wir halten ihm

einen grofsen Körper, z. B. ein Stück Glas, entgegen. das die Gröfse der Öffnung vorstellt, während die dasselbe seitwärts begrenzende Luft den Schirm vertritt.

Es wäre sehr irrig, wenn man meinte, dafs zur Erzeugung der Beugung des Lichtes immer ein undurchsichtiger dünner Körper, wie z. B. ein Draht, ein Haar, ein dünnes Blech, oder eine Spalte in einem undurchsichtigen Körper nothwendig wäre. Die Beugung tritt ein, so oft das Licht theilweise auf einen, theilweise auf einen anderen, d. h. dasselbe anders fortpflanzenden Körper fällt, daher denn auch ein Glas in der Luft oder im Wasser diese Phänomene erzeugt; allein erkennbar werden die Beugungsphänomene nur dann, wenn die Farbenbilder hinreichend breit und intensiv sind, und nicht in einen schon vom directen oder überhaupt stärkeren Lichte beleuchteten Raum fallen.

6. Es ist nicht schwer, einzusehen, dafs dem Gesagten zu Folge die Beugungsphänomene häufig eintreten müssen, und dafs man aus ihrem Daseyn auf die feinsten Streifen, Ritzen, oder auf die Richtung der Zusammenfügung einzelner Lamellen zu einem Ganzen wird schliefsen können. So erkennt man an einem gewöhnlichen planen Glasspiegel aus den zwei Lichtflügeln, mit denen eine Kerzenflamme in demselben erscheint, sehr leicht den Gang der feinen Streifen, welche die Richtung des Zuges beim Poliren angeben, und selten trifft man ein Mineral an, das nicht durch ein ähnliches Beugungsphänomen die Richtung des Blätterdurchganges anzeigte. Beim Bergkrystall, Aragonit, Gyps etc. tritt dieses in vorzüglichem Grade ein; es ist kein Zweifel, dafs sich davon zur Bestimmung des Blätterdurchganges an Krystallen ein nützlicher Gebrauch machen liefse.

Die oben angegebenen Formeln geben bekanntlich auch die Gesetze des in mehreren Öffnungen gebeugten

Lichtes an, wiewohl sie nur unmittelbar für *einen* gebeugten Strahl oder für eine einzige Öffnung aufgestellt wurden; es hält nicht schwer, sich auf bloſs theoretischem Wege von ihrer Allgemeinheit zu überzeugen, davon wird aber bei einer anderen Gelegenheit die Rede seyn.

VIII.
Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

A. Optik.

1. Stelle des Focus im Auge. Von *Rumball.*

(*Annals of phil. Novemb.* 1827, *p.* 376.)

Rumball glaubt aus folgenden zwei Versuchen auf die Stelle des Brennpunctes im Auge schlieſsen zu können:

1) Man nehme die Bekleidung am hinteren Theile des Augapfels weg, halte ihn zwischen den Fingern und dem Daumen, und es wird die Glasflüssigkeit sich vordrängen, und am Rücken gleichsam eine Hervorragung bilden, wie eine Convexlinse mit kurzer Brennweite. Sieht man nun durch das Auge, hält vor die Pupille einen Gegenstand, und dreht ihn nach vorne und gegen rückwärts, so erscheint seine Bewegung der wirklichen entgegengesetzt.

2) Man nehme die sich vordrängende Glasfeuchtigkeit hinweg, wodurch die Rückwand des Augapfels an der Stelle der Axe eine Concavität bekommt, und bewege wieder einen Gegenstand vor der Pupille auf und ab. Da wird die Bewegung desselben so erscheinen, wie sie wirklich ist.

Beim ersten Versuche, sagt der Verfasser, ist die Axe des Augapfels etwas verlängert worden, und da das Bild verkehrt erscheint, so ist das ein hinreichender Beweis, dafs sich die vom Gegenstande ausfahrenden Lichtstrahlen vor ihrem Austritte aus dem Auge durchkreuzet haben müssen. Es befindet sich daher der Focus innerhalb der Axe. Im zweiten Versuche wurde die Axe verkürzt, und doch war die scheinbare Lage des Objectes der wahren gleich, zum Beweise, dafs sich die Strahlen nicht durchkreuzet haben; demnach liegt der Focus des Auges aufserhalb desselben. Allein da die Retina zwischen dem Puncte liegt, wo nach dem ersten Versuche sich die Strahlen durchkreuzet haben, und zwischen demjenigen, welcher nach dem zweiten Experimente innerhalb der Durchkreuzungsstelle sich befindet, und endlich beide Puncte einander sehr nahe liegen, so mufs der Focus des Auges auf der Retina seyn.

2. Besondere Fehler im Auge, und Mittel, ihnen abzuhelfen. Von *Airy*.

(Journ. of Scien. Nro. 14, p. 322.)

Vor zwei oder drei Jahren, sagt *Airy*, bemerkte ich, dafs ich beim Lesen mein linkes Auge nicht gehörig brauchen konnte, und dafs es mir beim genauen Anschauen eines nahen Gegenstandes seinen Dienst ganz versagte; ich konnte wirklich das in diesem Auge entstandene Bild nur wahrnehmen, wenn meine Aufmerksamkeit besonders darauf gerichtet war. In der Meinung, dieses rühre von einer angenommenen Gewohnheit her, und dafs es aufhören würde, wenn ich dieses Auge möglich häufig brauchte, versuchte ich zu lesen, während mein rechtes Auge geschlossen oder beschattet war; allein ich bemerkte, dafs es mir nicht möglich sey, einen Buchstaben auszunehmen, wenigstens bei kleinem

Drucke, ich mochte die Schrift in was immer für eine Entfernung vom Auge bringen. Nach einiger Zeit bemerkte ich, daſs ein leuchtender Punct, z. B. ein entferntes Lampenlicht oder ein Stern, mit dem linken Auge nicht kreisförmig erschien, gerade so, als hätte der Augapfel eine elliptische Gestalt, in welcher die gröſsere Axe mit der verticalen Linie einen Winkel von 35° macht, so daſs ihr oberes Ende gegen die rechte Seite hin geneigt ist. Mittelst einer concaven Brille, die meinem rechten Auge zum Deutlichsehen entfernter Objecte diente, erschien mir ein leuchtender Punct auch wie eine wohl begrenzte Linie, die der Richtung und nahe auch der Länge nach der genannten Axe einer Ellipse entsprach.

Als ich auf einem Blatte Papier zwei sich rechtwinklig durchkreuzende schwarze Linien zog, und dieses in die gehörige Lage zum Auge brachte, sah ich eine dieser Linien ganz deutlich, die andere aber kaum merklich. Als ich das Blatt näher zum Auge brachte, verschwand die vorhin deutlich gesehene Linie, die andere aber erschien völlig begrenzt. Alles dieses zeigte, daſs die brechende Kraft des Auges in einer der verticalen nahen Ebene gröſser sey, als in einer darauf senkrechten Richtung, und daſs es demnach unmöglich sey, mittelst Linsen mit sphärischer Krümmung eine Deutlichkeit zu Wege zu bringen.

Ich fand auch wirklich, daſs ich schief durch eine Hohllinse, oder gerade durch den Theil am Rande derselben, Objecte deutlich sehen konnte, doch erschien in beiden Fällen ihre Gestalt so verzogen, daſs ich die Hoffnung aufgeben muſste, dem linken Auge ohne wirksameres Mittel den nöthigen Beistand leisten zu können. Ich ging nun darauf aus, eine Linse zu erhalten, welche in einer Ebene das Licht stärker bricht, als in einer an-

deren, und mein erster Gedanke war, eine Linse zu brauchen, deren Oberflächen cylindrisch und hohl waren, so dafs sich die Axen der zwei Cylinder unter einem rechten Winkel durchkreuzten, und ihre Halbmesser ungleich waren. Um zu sehen, dafs diese Einrichtung meinem Zweck entsprechend seyn müsse, denke man sich die Linse durch eine zu ihrer Axe senkrechte Ebene in zwei getheilt: da ist es klar, dafs die Brechung der einen durch die der anderen nicht merklich geändert wird, und dafs die ganze Brechung das Resultat beider seyn wird.

Die Strahlen werden durch die Brechung in einer dieser zwei Linsen nach einer Ebene divergirend gemacht, und durch die in der anderen nach einer darauf senkrechten. Sind r und r' die Krümmungshalbmesser, n der Brechungsexponent, und die einfallenden Strahlen parallel; so werden nach der Brechung die Strahlen in einer Ebene von einem Puncte herzukommen scheinen, dessen Entfernung $\frac{r}{n-1}$ ist, und in der anderen darauf senkrechten Ebene von einem Puncte in der Entfernung $\frac{r'}{n-1}$. Wiewohl diese Einrichtung zweckmäfsig war, so schien es doch der leichteren Ausführung wegen, und um die Krümmungen zu vermindern, rathsam, eine Oberfläche cylindrisch, die andere sphärisch, aber beide concav zu machen. Ist r der Halbmesser der cylindrischen, R der der sphärischen Krümmung, so divergiren die parallel auffallenden Strahlen in der Ebene der Axe des Cylinders so, als kämen sie von der Distanz $\frac{r}{n-1}$, in der darauf senkrechten Ebene so, als kämen sie von der Entfernung $\frac{1}{(n-1)\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{r}\right)}$ her.

Um die zur Ausführung einer solchen Linse nöthigen Data zu erhalten, wurde mit einer Nadelspitze in schwarzes Papier ein Loch gemacht, und das Papier an einer Scale zum Verschieben eingerichtet; wurde nun ein Blatt Papier stark beleuchtet, und das andere Blatt mit dem Loche zwischen dieses und das Auge gestellt, so hatte man einen leuchtenden Punct. Mittelst dieser Vorrichtung fand *Airy*, daſs dieser Punct in einer Entfernung von 6 Z. wie eine wohl begrenzte, gegen die Verticale um etwa 35° geneigte Linie erschien, die einem Winkel von 2° zur Sehne diente, hingegen in einer Entfernung von 3 ¹/₂ Z. erschien dieser Punct eben so wie diese Linie, jedoch in einer Lage, welche mit obiger einen rechten Winkel bildete. Darum muſste die Linse so eingerichtet werden, daſs parallele Strahlen nach der Brechung in einer Ebene aus einem Puncte in der Entfernung von 3 ¹/₂ Z., und die in der darauf senkrechten Ebene aus einem um 6 Z. entfernten Puncte herzukommen schienen, welches der Fall war, wenn für $n = 1.53$ $R = 3.18$ und $r = 4.45$ ist. Diese Linse hob auch wirklich den Fehler des linken Auges.

Brewster, der Herausgeber der Zeitschrift, woraus dieser Aufsatz entnommen ist, bedauert mit Recht, daſs *Airy* nicht untersucht hat, in welchem Theile des Auges dieser Fehler liege, ob in der Hornhaut oder in der Krystall-Linse. Wenn man, sagt er, das durch Reflexion des Lichtes an der äuſseren Fläche der Hornhaut erzeugte Bild einer Kerzenflamme untersucht, so kann man leicht erkennen, ob diese sphärisch oder cylindrisch gekrümmt sey. Ist sie sphärisch, so bleibt wenig Zweifel, daſs der Fehler an der Krystall-Linse liege, es wäre nur noch zu bestimmen, ob der Unterschied der Brechung in verschiedenen Ebenen davon herrührt, daſs eine oder beide Flächen cylindrisch sind, oder, welches wahrscheinli-

cher ist, ob der Mangel an Symmetrie in der Variation der Dichte daran Schuld ist, ein Fehler, der bei alten Augen öfters Statt hat.

Zusatz vom Herausgeber *A. B.*

Der Fehler eines Auges, wovon hier die Rede war, ist nicht so selten als man glaubt. Im Decemberhefte 1826 des *Repert. of patent invent.* kommt ein Aufsatz von *Hawkins* vor, worin der Verfasser sagt, sein rechtes Auge leide an demselben Übel, welches *Airy* vom linken erwähnt. Er überzeugte sich, daſs die verticale Brennweite seines rechten Auges gröſser sey, als die horizontale. Er versteht aber unter verticaler Brennweite die Vereinigungsweite der Strahlen, die in einer verticalen Ebene, mithin über einander einfallen, unter horizontaler hingegen die Vereinigungsweite der in einer horizontalen Ebene einfallenden Strahlen. Aus 27 Messungen der Brennweiten seiner beiden Augen nahm er Folgendes ab:

horizontale Brennweite	des	linken	Auges	=	$5\,{}^{5}/_{8}$,
verticale	»	»	»	=	$5\,{}^{1}/_{2}$;
horizontale	»	rechten	»	=	$5\,{}^{1}/_{8}$,
verticale	»	»	»	=	$6\,{}^{1}/_{4}$.

Hawkins bediente sich zu diesen Messungen des von *Porterfield* zuerst beschriebenen, aber von *Young* verbesserten Optometers, eines Instrumentes, das, wie *Hawkins* nicht unrichtig bemerkt, jeder Optiker, der Brillen verfertiget, haben sollte, damit der Käufer auf einen Blick die Nummer der für ihn passenden Linse erkennen kann, und nicht genöthiget wird, eine Anzahl Brillen zu versuchen, und zuletzt doch irre geleitet werde, weil das Auge bei den vielen miſslungenen Versuchen aus seinem gewöhnlichen Zustande gebracht

wird. Eine etwaige Ungleichheit in der Länge der verticalen und horizontalen Brennweite einer Linse, und die Gröfse dieser Ungleichheit, wird man überhaupt nur mit diesem Instrumente genau zu erkennen im Stande seyn.

Für jene Leser, denen dieses sinnreich eingerichtete Instrument unbekannt ist, und die nicht Gelegenheit haben sollten, es aus der Originalquelle (*A course of lectures on natural philosophy etc., by T. Young. Tom. II. p.* 576) kennen zu lernen, gebe ich eine kurze Erklärung desselben. Man denke sich vor einer Linse *Ll* (Fig. 28) einen leuchtenden Punct *R*, und zwischen beiden einen undurchsichtigen, nur an zwei Stellen durchbohrten Schirm. Die Strahlen, welche durch die Öffnungen des Schirmes auf die Linse gelangen, vereinigen sich hinter dieser in einer gewissen Entfernung zum Bilde des Punctes. Auf einer Fläche, die sich in der Bildweite hinter der Linse befindet, wie *A*, erscheint dieses Bild; steht diese Fläche aber der Linse näher, wie *B*, oder ist sie weiter davon entfernt, wie *C*, so zeigen sich auf ihr zwei Puncte. Die Entfernung dieser Fläche von der Linse, bei welcher der leuchtende Punct nur einfach erscheint, ist daher die rechte Bildweite der Linse. Befinden sich vor der Linse aufser *R* (Fig. 29) auch noch die Puncte *T* und *S*, jedoch in verschiedener Entfernung von derselben, so werden die von *R* kommenden Strahlen sich in *r*, die von *S* kommenden in *s*, und die von *T* kommenden in *t* vereinigen. Befindet sich in *r* die Fläche *A*, so erscheint auf ihr nur das Bild von *R* einfach, das von *S* und *T* hingegen doppelt, weil diese Fläche aufser der Bildweite des einen, und innerhalb der Bildweite des anderen sich befindet.

Denkt man sich nun gar statt der leuchtenden Puncte *SRT* eine leuchtende Linie vor der Linse, und zwar in einer gegen ihre Axe etwas geneigten Lage, so erschei-

nen auf einer Fläche alle Puncte dieser Linie hinter der Linse doppelt, nur der ausgenommen, für welchen die Vereinigungsweite der Strahlen in diese Ebene fällt. Je zwei Bilder eines und desselben Punctes stehen desto weiter von einander ab, je mehr die Fläche, worauf sie erscheinen, von dem Vereinigungspuncte der Strahlen entfernt ist, so daſs zwei sich durchkreuzende leuchtende Linien auf der Fläche erscheinen.

Eben das findet auch Statt, wenn man durch zwei kleine Löcher, deren Entfernung von einander kleiner ist, als der Durchmesser der Pupille, auf ein Object sieht. Befindet sich dieses in der deutlichen Sehweite, so erscheint das Object auf der Netzhaut einfach, in jeder anderen Entfernung hingegen doppelt, ja ist dieser Gegenstand eine dem Auge nahe gegen dasselbe schiefe Linie, so sieht man deren zwei, und wo sie sich durchkreuzen, dort ist der Punct, der in der deutlichen Sehweite liegt, und seine Entfernung vom Auge muſs gemessen werden. Statt der Löcher kann man sich im letzteren Falle der Spalten bedienen, weil sie mehr Licht geben, und statt zwei derselben zu besonderen Zwecken vier oder noch mehrere anwenden. Nun ist es leicht, sich eine Vorrichtung weiter auszudenken, wodurch man die Entfernung des Durchkreuzungspunctes der zwei Linien vom Auge messen kann. Ein Verfahren nach diesem Grundsatze gibt ein viel genaueres Resultat, als das gewöhnliche directe Messen der Entfernung eines deutlich gesehenen Objectes vom Auge.

3. Achromatische Objective mit einer Flüssigkeit.

(Journal of Science, XIV. p. 335.)

Die groſse Schwierigkeit, groſse Stücke Flintglas zu erhalten, die wellenfrei sind, und an allen Stellen

dasselbe Farbenzerstreuungsvermögen besitzen, haben schon vor vielen Jahren die Physiker auf den Gedanken gebracht, statt des Flintglases eine tropfbare Flüssigkeit zu gebrauchen, die zwischen sphärisch gekrümmten Glasschalen die Form einer Linse annimmt. Dr. *Blair* (*Gilb.* Annal. B. 6, S. 129), *Arzberger* (*Gilb.* B. 44, S. 314), *Brewster* (*Gilb.* B. 50, S. 157), *Girard* (Annalen der Wiener Sternwarte, B. 3, S 13), haben sich mit der Construction solcher Objective beschäftiget, und in der neuesten Zeit hat der Sohn des zuerst Gen .nnten, *Blair* und der berühmte *Barlow* diesen Gegenstand wieder vorgenommen. Nach *Brewster's* Bericht hat *Barlow* zwei Fernröhre mit aplanatischen Objectiven, eines von 3 ¹/₄ Z., das andere mit 6 Z. Öffnung construirt. Mit dem ersteren erkannte er alle jene Doppelsterne als solche, die *W. Herschel* als Probeobjecte eines 3 ¹/₂ zölligen Achromaten angibt; mit dem anderen trennte er noch kleinere Doppelsterne, jedoch konnte er bis jetzt noch keine entscheidende Beobachtung damit anstellen. *Barlow's* Bauart dieser Instrumente soll von der *Blair's* abweichen, und vor ihr einige besondere Vorzüge geniefsen, wie z. B. bei einerlei Länge des Instrumentes eine gröfsere Brennweite des Objectives, oder eine um ¹/₃ geringere Länge bei derselben Vergrösserung zulassen.

Blair berichtet, dafs die Erfahrung sehr zu Gunsten der Dauer solcher Objective spreche. Mit allem Rechte mufste man gegen die Dauer solcher Linsen Zweifel hegen, weil es gar so schwer hält, eine Flüssigkeit in Glas so genau einzuschliefsen, dafs selbst nach Jahren nichts durch Verdünstung verloren geht, weil man an Libellen schon so oft erfahren hatte dafs ein vollkommener Schlufs der Glasröhren beinahe unerreichbar sey. Allein *Blair* versichert, dafs in einer Linse, die

vor dreifsig Jahren verfertiget wurde, nicht die mindeste Abnahme an Flüssigkeit merklich sey, und dafs das Fernrohr, das es enthält, noch ein gewöhnliches achromatisches Instrument von denselben Dimensionen übertreffe. Doch hatten sich in der Flüssigkeit Krystalle abgesetzt, wodurch natürlich auch das Brechungs- und Zerstreuungsvermögen eine Änderung erlitten hat. Daher auch die Linse nicht mehr so rein achromatisch ist, wie vorhin, jedoch noch immer besser als die gewöhnlichen achromatischen mit Flintglas. Zur Verhütung eines solchen Absatzes wurden Versuche gemacht, um eine Flüssigkeit zu finden, bei welcher dieses nicht Statt finden könnte. Eine solche ist nun bereits 21 Jahre eingeschlossen, und zeigt keine Spur einer Änderung. *Blair* hat mit diesem Fluidum, das er aber nicht angibt, Linsen construirt von 2—4 Z. Öffnung, und verwendete sie zu Fernröhren, welche vollkommen achromatisch sind, und bei einer grofsen Deutlichkeit eine hundertmalige Vergröfserung gewähren. Mit Doppelsternen konnte *Blair* noch keine Beobachtung anstellen.

Ich glaube, dafs man ungeachtet dieser angeblichen Vorzüge aplanatischer Linsen vor den gewöhnlichen achromatischen doch nur dann zu ihnen die Zuflucht nehmen müfste, wenn die Erzeugung des Flintglases in gröfseren Stücken als unthunlich erwiesen wäre, und die Verfertigung grofser Achromaten nur darum schwierig wäre, weil es an grofsen Stücken guten Flintglases gebricht. Allein zu kleinen Fernröhren trifft man immer Flintglas von hinreichender Güte an, zu gröfseren ist es seltner, aber gerade bei diesen ist auch die Anwendung einer flüssigen Masse statt des Flintglases schwierig. Man mufs immer in der Linse der Flüssigkeit einigen Spielraum gestatten, dafs sie sich bei erhöhter Temperatur ausdehnen kann, und daher eine Luftblase im

Objective dulden, die bei einer nahe verticalen Stellung des Instruments gerade den Theil um die Axe, also den besten des Objectives einnimmt und unbrauchbar macht; ferner ist es bei einer etwas höheren Schichte einer Flüssigkeit unmöglich, dieselbe immer gleichförmig dicht, und mithin von einerlei Brechungs- und Zerstreuungsvermögen zu erhalten; jede Änderung der Temperatur erzeugt eine Strömung, und bildet daher Wellen, wie die, welche das Flintglas so oft unbrauchbar machen. Endlich stockt oder friert eine Flüssigkeit bei niederer Temperatur, und macht das Instrument zu Beobachtungen unbrauchbar. *Blair* bemerkt selbst, dafs es bei Verfertigung gröfserer Objective schwierig sey, zwei Schalen dicht mit einander durch ein Cement zu verbinden, ohne dafs Theile desselben ins Innere dringen, die, von der Länge der Zeit begünstiget, leicht die Flüssigkeit selbst modificiren können. Aus diesen Gründen erwarte ich noch immer von den Bemühungen, gutes Flintglas zu erzeugen, für die practische Optik mehr, als von dem Bestreben der Physiker, demselben Flüssigkeiten zu substituiren; ja vielleicht läfst sich eine Glasmasse auffinden, die ein viel geringeres Farbenzerstreuungsvermögen hat, als Crownglas, nicht so schwer rein und wellenfrei darzustellen ist, und defshalb an die Stelle des Crownglases zu setzen ist, während das Crownglas in die Stelle des Flintglases vorrückt; wenigstens hat mir das Resultat eines vom Herrn Regierungsrath und Professor Freiherrn von *Jacquin* angestellten Versuches dazu viel Hoffnung gemacht.

B. Electricität.

1. Leitungsfähigkeit der Metalle. Von *Harris.*

(Phil. transact. for the year 1827, *p.* 18*)*.

Harris suchte die Leitungsfähigkeit der Metalle aus der Erhitzung derselben abzuleiten, die sie erleiden, wenn sie von der Electricität durchströmt werden, und zwar nach der Voraussetzung, dafs diese mit der Leitungsfähigkeit im verkehrten Verhältnisse stehe. Der Apparat, dessen er sich zu diesem Behufe bediente, gleicht einem Luftthermometer, durch dessen Kugel der Draht luftdicht geht, der von der Electricität durchströmt werden sollte. Die Kugel hat 3 Z. im Durchmesser, die Röhre ist $^1/_{10}$ Z. weit, und enthält gefärbten Weingeist, der bei der gewöhnlichen Lufttemperatur bis zum Nullpuncte der Scale reicht. Die zu untersuchenden Metalle wurden durch dasselbe Loch gezogen, um einerlei Dicke zu erhalten; dann wurden zwei Metallkugeln von einerlei Durchmesser in einer gegebenen Entfernung von einander befestiget, wie in *Lane's* Electrometer, eine derselben mit der positiven Belegung einer Batterie von fünf Flaschen, deren jede fünf Quadratfufs Oberfläche hatte, die andere mit der negativen Seite derselben in Verbindung gesetzt, und obiger Draht in die Kette gebracht. Es ist klar, dafs auf diese Weise die Entladung stets bei demselben Grade der Ladung der Batterie erfolgte, und daher die jeden zu untersuchenden Draht durchströmende Electricität dieselbe Stärke hatte. Die Electricität lieferte eine Scheibenmaschine von 3 F. im Durchmesser. Die folgende Tafel enthält die Metalle, welche untersucht wurden mit der Zahl, welche die Gröfse der Erwärmung, die an der Weingeistsäule des Thermometers gemessen wurde, angibt:

Kupfer	6,
Silber	6,
Gold	9,
Zink	18,
Platin	30,
Eisen	30,
Zinn	36,
Blei	12,
Erz	18.

Legirung aus

1	Th.	Gold,	1	Th.	Kupfer . . .	20,
3	»	—	1	»	— . . .	25,
1	»	—	3	»	— . . .	15,
1	»	Kupfer,	1	»	Silber . . .	6,
1	»	—	3	»	— . . .	6,
3	»	—	1	»	— . . .	6,
1	»	Gold,	1	»	Silber . . .	20,
1	»	—	3	»	— . . .	15,
3	»	—	1	»	— . . .	25,
1	»	Zinn,	1	»	Blei . . .	54,
3	»	—	1	»	— . . .	45,
1	»	—	3	»	— . . .	63,
1	»	Zinn,	1	»	Zink . . .	27,
3	»	—	1	»	— . . .	32,
8	»	Kupfer,	1	»	Zinn . . .	18.

Nimmt man nun an, die Leitungsfähigkeit stehe im verkehrten Verhältnisse der Erwärmung, so lehrt diese Tafel, dafs sich verhält

dieLeitungsfähigk.	des	Goldes	zu der	des	Kupfers	wie 2 : 3,
»	»	Zinks	»	»	Kupfers	» 1 : 3,
»	»	Zinks	»	»	Silbers	» 1 : 3,
»	»	Platins	»	»	Kupfers	» 1 : 5,
»	»	Zinns	»	»	Kupfers	» 1 : 6,
»	»	Bleies	»	»	Kupfers	» 1 : 12.

Die Leitungsfähigkeit einer Legirung aus Gold und Kupfer, oder aus Gold und Silber ist geringer als die der reinen Metalle, und wird desto kleiner, je mehr man von dem weniger leitenden Metalle zur Legirung nimmt. Schon ein sehr kleiner Antheil eines Metalls in einer Legirung ändert die Leitungsfähigkeit bedeutend. So wird Kupfer schon durch $^1/_{18}$ Zinn in der Leitungsfähigkeit so herabgesetzt, daſs die Legirung sich in dieser Hinsicht wie Eisen verhält. Eben so fand man, daſs Golddraht von vorgeblich sehr reinem Golde viel schlechter leitet, als der aus vorläufig absichtlich gereinigtem Golde. Übrigens bemerkte man keinen Unterschied, die Drähte mochten cylindrisch oder bandförmig seyn, oder dieselbe Masse mochte einen einzigen Draht bilden, oder zu vier dünnen Drähten ausgezogen seyn.

2. Über die Electricität expansibler Körper, und über eine Quelle der Luftelectricität. Von *Pouillet*.

(Annales de Chim. et de Phys. Tom. 35, *p* 401; und *Tom.* 36, *p* 5.)

Pouillet hat schon im Mai des Jahres 1825 der Pariser Akademie über den Gegenstand, welchen die Überschrift bezeichnet, zwei Mémoires vorgelesen, aber erst das August- und Septemberheft der *Annales de Chimie et de Physique* des Jahres 1827 enthalten diese vollständig, und daraus soll hier das Wichtigste mitgetheilt werden.

Das erste Mémoire zerfällt in zwei Theile; im ersten wird von der Electricität gasförmiger Verbindungen, im zweiten von der durch die Vegetation erzeugten Electricität gesprochen; das zweite Mémoire handelt endlich von einer Quelle der Luftelectricität.

Nach einer kurzen Einleitung gibt der Verfasser die

Widersprüche in den Resultaten *Lavoisier's*, *Laplace's*, *Volta's*, *Saussure's* und *Davy's* in Betreff der bei chemischen Verbindungen bemerkbar gewordenen Electricität an, und zeigt, worin die Ursache derselben liegt, die ihm auch bei seinen ersten Versuchen entgangen war. Er bemerkte, sagt er, dafs beim Verbrennen einer Kohle bald positive, bald negative Electricität frei werde, allein er dachte gleich daran, dafs eine derselben von der Kohle, die andere vom Oxygen oder von dem Kohlensäuregas herrühren könne, und dafs es sich darum handle, diese Electricitäten im Momente ihres Entstehens von einander zu isoliren, und den Brennstoff möglichst vom Zündstoffe zu trennen. Um nun die Electricität der Kohle für sich allein zu erhalten, nahm er ein ziemlich grofses Kohlenstück, formte daraus einen Cylinder mit ebener Basis, und stellte diesen in einer Entfernung von 6 — 8 Centim. unter eine Messingplatte, die auf dem Condensatordeckel ruhte. Zündete er nun die Kohle an, jedoch so, dafs nur ihre obere Fläche, nicht aber ihre Seitenfläche brannte, und setzte sie übrigens mit der Erde in leitende Verbindung: so erhob sich eine Säule von Kohlensäuregas, traf die Metallplatte, und ihre Electricität ladete den Condensatordeckel. Diese fand *Pouillet* immer *positiv*. Hielt er aber die Kohle fast horizontal, so dafs das Kohlensäuregas nicht aufsteigen konnte, ohne die nun verticale Basis zu berühren, so erhielt er keine Electricität. Eben so wenig, wenn er beim ersteren Versuche die Seitenflächen des Cylinders Feuer fangen liefs.

Will man die Electricität der Kohle auffangen, so darf man sie nur mit der einen unteren ebenen Fläche auf den Condensatordeckel stellen, die andere ebene Fläche anzünden, und das Feuer durch einen Luftstrom unterhalten. Diese Electricität ist immer *negativ*. Wenn

die Kohle den Deckel des Condensators an mehreren Puncten berührt, oder wenn man mehrere gleich hohe Kohlencylinder neben einander stellt, endlich gar das Verbrennen durch einen Strom Sauerstoffgas unterstützt: so erhält man nach wenigen Secunden viel Electricität. Nun frägt es sich aber, kommt diese Electricität von der Änderung des Aggregationszustandes, oder von der chemischen Affinität her? Um dieses zu entscheiden, mufsten Versuche angestellt werden, wo die chemische Verbindung nicht von einer Änderung des Aggregationszustandes begleitet war. Dazu eignete sich vorzüglich das Wasserstoffgas. *Pouillet* liefs es aus einem Glasrohre ausströmen, und zündete es an. Die Flamme war vertical, 4 — 5 L. dick, und 3 Z. hoch; die Electricität ward dem Condensator nicht mehr wie vorhin durch eine Metallplatte, sondern durch einen an einem Ende schraubenförmig gewundenen Platindraht zugeführt. Die Axe dieser Schraube stand vertical, aber die Windungen hatten verschiedene Durchmesser, um bald dadurch die Flamme umgeben zu können, ohne sie zu berühren, bald aber die ganze Windung in den Flammenkörper tauchen zu können. War die Flamme von den Spiralen blofs umgeben, so zeigte sich schon positive Electricität, wenn sie auch noch 10 Millim. davon abstanden; so wie die Windungen enger wurden, und sich mehr der Flamme näherten, wurde auch die Electricität intensiver, im Gegentheil aber schwächer und zweideutig, wenn die Windungen die Flamme berührten, oder gar ins Innere derselben eingedrungen waren. Es besteht daher um die Flamme eine Art positiv electrischer Atmosphäre; vermeidet man möglichst die Berührung der Drahtwindungen mit dieser Atmosphäre, und taucht sie ganz in die Flamme ein, so zeigt der Condensator negative Electricität. Ungefähr in der Mitte des hell leuchtenden

Theils der Flamme scheinen beide Electricitäten an einander zu grenzen, denn da nimmt man keine Spur weder der einen noch der anderen wahr.

In die äufsere positiv electrische Atmosphäre kommt kein Hydrogen, es findet daselbst keine chemische Verbindung Statt; es mufs daher die Electricität daselbst den heifsen und daher gut leitenden Luftschichten durch das Oxygen mitgetheilt werden, das sich mit dem Hydrogen verbindet, so wie die Electricität der inneren Flamme vom Hydrogen herrührt, das sich daselbst in verhältnifsmäfsig gröfserer Menge befindet. Demnach ist hier wieder der Brennstoff negativ, der Zündstoff positiv electrisch, und weil hier keine Formänderung vorgekommen ist, so mufs das Freiwerden dieser Electricitäten der Wirksamkeit der chemischen Affinität zugeschrieben werden.

Diese Erklärung obiger Phänomene nimmt den Satz zu Hülfe, dafs heifse Luftarten gute Leiter der Electricität sind. Dieses beweiset *Pouillet* durch einen schönen, leicht anzustellenden Versuch: Man nehme eine schwach electrisirte Harz- oder Glasstange, halte sie über ein gewöhnliches Electrometer in einer Entfernung von 5—6 F., so wird es dasselbe nicht mehr afficiren. Setzt man aber auf das Electrometer eine brennende Weingeistlampe, die einen heifsen Luftstrom aufsteigen macht, so zeigt sich alsogleich die Einwirkung des electrisirten Körpers auf das Electrometer.

Bei den Versuchen, die oben beschrieben wurden, darf im Zimmer, wo man sie anstellt, keine Flamme brennen, keine Electrisirmaschine stehen, oder keine *Volta*'sche Säule sich befinden, ja nicht einmal ein Fenster offen seyn, weil sonst leicht die Luft im Zimmer durch andere Ursachen, als die beabsichtigten, electrisch wird.

Die Flamme des brennenden Alkohols, Äthers, des Wassers, der Öhle und anderer vegetabilischer Körper zeigte ein Verhalten wie die des Hydrogens.

Wenn nun bei der Bildung des Kohlensäuregases durch Verbrennen stets positive Electricität entwickelt wird, so muſs auch bei der Vegetation, wo der Erfahrung gemäſs auch dieses Gas erzeugt wird, eine Electricitätsentwickelung Statt finden. Dieser Schluſs führte *Pouillet* auf die Versuche mit Pflanzen, welche den zweiten Theil seines ersten Mémoire's ausmachen. Er nahm zwölf Glasgefäſse, überfirniſste sie am äuſseren Rande 1 — 2 Zoll breit mit Schellack, stellte sie in zwei Reihen auf einen sehr trockenen, oder gar mit Gummilack isolirten Tisch, füllte sie mit Dammerde, und setzte den Inhalt aller durch Metalldrähte mit einander in Communication. Wenn sich nun auch nur in einem dieser Gefäſse Electricität entwickelte, so muſste sich diese in alle vertheilen, konnte aber nicht abflieſsen. Nun wurde die Deckelplatte eines Condensators durch Messingdraht mit einem Gefäſse in Communication gesetzt, während seine Basis mit der Erde communicirte, und endlich Getreidekörner in die Gefäſse gegeben. Nach zwei Tagen waren die Keime schon eine Linie lang, steckten aber noch ganz in der Erde, der Condensator zeigte keine Electricität; am dritten Tage traten die Keime ans Licht, und zugleich zeigte sich schon eine electrische Wirkung am Electrometer. Die Electricität war *negativ*, es muſste demnach das entwichene Kohlensäuregas positiv electrisch seyn. Am folgenden Tage früh bemerkte man eine sehr starke negativ electrische Ladung, und so ging dieses durch acht Tage fort, wo das mit dem Condensator verbundene Electrometer zu verschiedenen Stunden bei Tage und selbst während der Nacht beobachtet wurde. Nach dieser Zeit trat feuchtes Wet-

ter ein, das es unmöglich machte, auch nur die geringste Spur von Electricität wahrzunehmen, wiewohl nach dem Abwelken der ersteren Pflanzen in anderen Gefäſsen neue Samen zum Keimen gebracht wurden. Durch austrocknende Mittel, wie z. B. durch salzsauren Kalk, wurde endlich nach 5 — 6 Tagen die Atmosphäre wieder so weit trocken, daſs Electricität bemerkt werden konnte. *Pouillet* machte nun auſser diesen Versuchen mit Getreide auch noch zwei mit Gartenkresse, einen mit Levkojen, und einen mit Luzerne, aber alle gaben dasselbe Resultat. Demnach ist die Vegetation eine sehr ergiebige Quelle der Luftelectricität. Bedenkt man, daſs ein Gramm reiner Kohle, wenn sie sich mit Sauerstoff zu Kohlensäuregas verbindet, so viel Electricität gibt, daſs man damit eine Leidnerflasche laden kann, und daſs der in den Vegetabilien enthaltene Kohlenstoff nicht weniger Electricität entwickelt, als eine brennende Kohle; so begreift man leicht, daſs über einer Flur von hundert Quadratmeter Ausdehnung in einem Tage mehr positive Electricität erzeugt werden kann, als man zum Laden der stärksten Batterie braucht.

Es gibt aber noch eine andere Quelle der Luftelectricität, die *Pouillet* in seinem zweiten Mémoire nachweiset. Er ging wieder eigentlich darauf aus, die bei der Formänderung und Zersetzung der Körper frei gewordene Electricität zu bestimmen. Er nahm zu diesem Ende einen Platintiegel, der die in Dampf zu verwandelnde Substanz enthielt, stellte ihn auf eine Messingscheibe von 1 — 2 Z. Durchmesser und 1 L. Dicke, die durch eine 8 — 10 Z. lange Stange von demselben Metalle mit dem Condensator in Verbindung war. War der Tiegel glühend, und gab man einige Tropfen reinen Wassers hinein, so verschwand dieser unter den bereits

bekannten Bewegungen und einem Gezische, man bemerkte aber keine Spur von Electricität.

Mit krystallisirbarer Essigsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure fand dasselbe Statt, und sie gaben so wenig Electricität, wie Wasser. Als aber statt des reinen Wassers eine wässerige Lösung von Strontian, Kalk, Baryt, Soda oder Pottasche etc. in den glühenden Tiegel gegeben wurde, ward bald starke negative Electricität bemerklich. Man sieht daher, daſs die bloſse Verdünstung keine Electricität frei macht, sondern daſs dazu das Eintreten einer chemischen Wirkung gehört. Weder die Concentration der Flüssigkeit, noch der Hitzgrad des Platintiegels hat auf die Beschaffenheit der Electricität einen Einfluſs, nur ihre Intensität ändert sich mit diesen Umständen; doch darf die Hitze nicht unter der Rothglühhitze seyn, wenn die electrische Spannung bemerkbar seyn soll.

Die krystallisirbare Essigsäure, die im reinen Zustande ohne Spur von Electricität verschwindet, gibt alsogleich Zeichen negativer Electricität am Condensator, der mit dem Tiegel in Verbindung steht, sobald ihr nur etwas Wasser beigemischt ist, und Wasser zeigt mit $^1/_{100}$ Schwefelsäure dasselbe Resultat. Die verschiedenen lösbaren kohlensauren, schwefelsauren, salpetersauren, essigsauren etc. Salze leisten dasselbe, und zeigen immer bei obigem Verfahren negative Electricität. Merkwürdig ist, was *Pouillet* von der Reinigung der Platintiegel sagt, die man zu diesem Zwecke mit Pottasche gebraucht hat. Alles Abwaschen, ja Auskochen mit Wasser kann sie nicht von diesem Alkali ganz befreien, denn sie geben mit ganz reinem Wasser wieder Spuren von negativer Electricität; nur mehrmaliges Kochen einer Säure in denselben kann ihnen wieder zur ursprünglichen Reinheit verhelfen.

Versuche mit reinem Wasser in Schmelztiegeln von anderem Materiale gaben Resultate, die mit den vorhergegangenen wohl vereinbar sind. In einem eisernen oder kupfernen Tiegel zeigt selbst reines Wasser schon Electricität, allein es ist die Verdünstung mit einer Zersetzung des Wassers verbunden, indem der Tiegel merklich oxydirt wird; nur in silbernen Tiegeln zeigt sich wohl Electricität, und doch ist Silber nicht leicht oxydirbar; *Pouillet* meint aber, es dürfte dieses von einem sehr geringen Antheil Kupfer herrühren.

Da nun das Wasser, welches Pflanzen einsaugen, und das den Boden benetzt, stets fremdartige Stoffe enthält, die es beim Verdünsten fahren läſst, so gibt es wohl keine Verdünstung ohne chemische Wirkung, mithin ohne Electricitätsentwickelung, und so ist die zweite reichhaltige Quelle der Luftelectricität nachgewiesen.

C. Wärme.

1. Abänderung des Differenzial-Thermometers, nebst einigen Anwendungen. Von *Ritchie*.

(*Journ. of Scien. N.* 14, *p.* 350.)

Die Leser dieser Zeitschrift kennen aus dem ersten Bande S. 72 derselben das von *Ritchie* verbesserte Photometer. Diesem ähnlich ist das von ihm empfohlene Differenzial-Thermometer, das sich davon nur dadurch unterscheidet, daſs die zwei cylindrischen Gefäſse, welche die Stelle der Glaskugeln in *Leslie's* Thermometer vertreten, ganz aus dünnem Blech gemacht sind. Die Höhe der Cylinder soll $^1/_4$ — 1 Z., ihr Durchmesser 6 — 8 Z. betragen. Mittelst dieses Instrumentes hat *Ritchie* Versuche angestellt, welche zum Zweck hatten, das Gesetz der Annahme der strahlenden Wärme mit der

Entfernung zu zeigen. Diese Versuche waren folgende:

Ein cylindrisches Gefäſs aus Zinn von derselben Weite wie die Luftgefäſse am Thermometer, das mit heiſsem Wasser gefüllt war, wurde in verschiedenen Entfernungen vom Thermometer angebracht, und die Einwirkung auf dasselbe beobachtet. Da wichen die Resultate sehr stark vom Gesetze ab, nach welchem diese Abnahmen den Quadraten der Entfernungen folgen. Als aber derselbe Versuch mit einem kleineren Gefäſse wiederholt wurde, näherten sich die Resultate diesem Gesetze schon mehr. Wurde aber statt dieses Gefäſses eine etwa 2 Z. im Durchmesser haltende Eisenkugel genommen, und der Versuch abermals angestellt, so lagen die Abweichungen von diesem Gesetze innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler, wenn man die Distanzen vom Mittelpuncte der Kugel bis zum Ende des Instrumentes rechnete. Wurden zwei erhitzte Kugeln an einer Seite des Instrumentes angebracht, an der entgegengesetzten aber nur eine von derselben Temperatur, wie die zwei anderen, so verhielten sich, wenn die Flüssigkeit im Thermometer bis zum Nullpuncte reichte, die Entfernungen der Mittelpuncte der Kugeln wie $1 : \sqrt{2}$.

2. Die strahlende Wärme geht durch sehr dünne Schirme. Von Ebendemselben.

(Journ. of Scien. N. 14, p. 348.)

Ritchie stellte durch Feststellung des oben ausgesprochenen Satzes mehrere Versuche an, die im Wesentlichen nebst den daraus gezogenen Schlüssen hier angegeben werden sollen.

Erster Versuch. Es wurde aus Glas eine Kugel geblasen, die so dünn war, daſs sie Farben spielte, und ein kleines Stück derselben, das gleichsam eine Schale

vorstellte, so angebracht, daſs es einer etwa 1 Zoll groſsen, kreisförmigen, in einer Zinnplatte befindlichen Öffnung gegenüber sich befand. Einer Seite der Glasschale gegenüber wurde ein empfindliches Luftthermometer, der anderen gegenüber eine erhitzte eiserne Kugel angebracht, und das Glas beständig mittelst eines kalten Luftstromes in einer niederen Temperatur erhalten. Da ergab sich Folgendes:

Wenn die Temperatur der Kugel niedrig war, bemerkte man am Thermometer keine Einwirkung; war ihre Temperatur aber hoch, jedoch nicht so hoch, daſs man die Kugel im Dunkeln sehen konnte, so wirkte sie auf das Thermometer sehr merklich ein, selbst wenn letzteres von ihr weiter entfernt war, als vorhin.

Daraus läſst sich nun schlieſsen, daſs die Wärme beim ersten Versuch durch den gläsernen Schirm abgehalten wurde, daſs aber im zweiten Versuche ein Theil derselben durch den Schirm strahlen, und seinen Weg gerade nach der Kugel des Thermometers nehmen konnte.

Zweiter Versuch. Man nahm zwei Luftthermometer mit möglichst dünnen Kugeln, wovon die Hälfte der einen mit feinem Kohlenpulver geschwärzt war; dann wurde eine Kugel, deren Temperatur über 200 (F.?) betrug, so angebracht, daſs beide Thermometerkugeln gleich weit davon abstanden, und der Raum, den die Flüssigkeit in beiden zurücklegte, in jedem in dieselbe Anzahl gleicher Theile getheilt. Als hierauf die Kugel so erhitzt wurde, daſs sie gerade im Dunkel sichtbar zu werden anfing, und man sie in eine gröſsere Entfernung von beiden Thermometerkugeln brachte, zeigte die Flüssigkeit in dem Instrumente mit der geschwärzten Kugel eine gröſsere Erwärmung an, als die im anderen Instrumente. Daraus folgert *Ritchie*, daſs bei geringer Temperatur der Kugel alle strahlende Wärme von der

äuſseren Hemisphäre der Thermometerkugeln abgehalten wurde, bei hoher Temperatur hingegen diese Wärme die transparente Kugel frei durchdringen konnte, daſs aber ein Theil derselben vom dunklen Überzuge der einen Kugel zurückgehalten wurde, der die Temperatur der eingeschlossenen Luft erhöhte.

Dritter Versuch. Feine Glasfäden und Drähte wurden parallel und unter rechtem Winkel zu einem siebartigen Geflechte zusammengelegt, hierauf mit einem in Eiweiſs getränkten Kamehlhaarpinsel überfahren, um die kleinen quadratischen feinen Räumchen mit einer durchsichtigen Decke zu überziehen, und dieses hierauf als Schirm zwischen ein Differenzial-Thermometer von der vorhin beschriebenen Einrichtung und die erhitzte Kugel gestellt. Da zeigten sich folgende Erscheinungen: So lange die Temperatur der Kugel niedrig war, und auch der Schirm durch Anspritzen des Eiweiſs mit kaltem Wasser fast bei derselben Temperatur erhalten wurde, bemerkte man keine Einwirkung auf das Thermometer; als aber die Kugel bis zur Dunkelglühhitze erwärmt war, wirkte sie selbst bei einer weit gröſseren Entfernung stark auf das Thermometer. Daraus schlieſst *Ritchie*, daſs die strahlende Wärme auch durch einen sehr dünnen flüssigen Schirm geht, ja er fand sogar, daſs ein solcher Schirm leichter von der Wärme durchströmt wird, als ein fester.

Vierter Versuch. Wenn der Schirm in verschiedenen Entfernungen von der erhitzten Kugel aufgestellt wurde, bemerkte man eine geringe Differenz in der Bewegung des Fluidums im Thermometer. So z. B. betrug diese Bewegung 18°, als der Schirm hart an der Kugel stand, und nur 1°, wenn er 5 Zoll davon entfernt war. Daher hing die Wirkung in den vorhergehenden Versuchen nicht etwa von der Wärme ab, welche die Rück-

seite des Schirms ausstrahlte, sondern die Wärme ging strahlend durch den Schirm, wie Luft durch Wasser oder eine andere durchsichtige Flüssigkeit geht.

3. Beobachtungen über die Abnahme der Wärme in der Atmosphäre nach Oben. Von *Brisbane*.

(A. a. O. N. 12, p. 246.)

Man nimmt gewöhnlich an, sagt *Brisbane*, daſs die Lufttemperatur für jede 300 F. nach aufwärts um 1° F. abnimmt; allein diese Abnahme richtet sich nach der mittleren Temperatur des Orts und nach verschiedenen Eigenthümlichkeiten der Stationen, um deren Wärmeunterschied es sich handelt. Liegt die untere Station in einer Ebene, und die obere in freier Luft, so muſs dieser Unterschied anders ausfallen, als wenn jene in der Tiefe, diese auf einem Berggipfel liegt, oder wenn beide zu einer groſsen Stadt gehören, an der Seeseite liegen etc.

Für den Fall, daſs die obere Station sich in freier Luft befindet, hat man in der arctischen Region keine Abnahme der Wärme wahrgenommen. Dieses erfuhr Capitän *Parry* und *Fischer*. Diese lieſsen einen papierenen Drachen mit einem vortrefflichen Register-Thermometer über dem Eismeere in die Höhe steigen, und zwei Beobachter bestimmten die Höhe, die er erreichte. Die gröſste Höhe betrug 379 F., und in dieser verharrte der Drache über eine Viertelstunde. Als er herabkam, konnte man nicht eine Änderung des Thermometerstandes von $^1/_4$° R. wahrnehmen. Die Temperatur betrug — 24° F. (— 24° $^8/_9$ R.). Dieses zeigt deutlich genug, wie sehr das Gesetz der Wärmeabnahme in der Atmosphäre von der geographischen Breite abhängt.

Brisbane führt Thermometerbeobachtungen an, die

zu Port Macquarie im Van Diemen Lande zur Ausmittelung des Gesetzes der Wärmeabnahme nach Oben zu vom 1 — 22. Juni 1824 fünf Mal des Tages angestellt wurden. Ein Thermometer hing 13 F., das andere 65 F. über dem Boden, so daſs die Höhendifferenz 52 F. betrug. Aus diesen ergaben sich folgende Mittelresultate:

Beobachtungszeit.	Mittlere	Gröſste	Kleinste
	Differenz der Temperatur.		
Sonnenaufgang . .	— 6° F.	— 13°	0
9 Uhr v. M.	— 9°.01	— 25°	1 1/2
Mittag	— 7°.55	— 18°	1/2
3 Uhr n. M.	— 5°.5	— 11°	0
Sonnenuntergang .	— 3°.5	— 9 1/2°	3

Der Mittelwerth der mittleren Differenzen beträgt 6°.31.

Unter 108 Beobachtungen geben nur 4 in der oberen Station eine höhere Temperatur als in der unteren, und dieser Unterschied beträgt nur 1/2°, 1°, 1 1/2° und 3°. Man sieht hieraus, wie wenig sich im Allgemeinen über diese Wärmeabnahme *a priori* sagen läſst, und daſs nur directe Versuche zur Kenntniſs der Gröſse dieser Abnahme in jedem einzelnen Orte führen.

D. Expansivkraft des Wasserdunstes bei verschiedenen Temperaturen. Von *Yvory.*

Die besten Versuche, sagt *Yvory* über die Kraft der Wasserdünste, sind die von *Dalton* und die von Dr. *Ure* angestellten. Erstere umfassen die Temperaturen zwischen dem Eis- und Siedpuncte, letztere die zwischen dem Siedpuncte und 312° F. Es existirt auch noch eine Tafel der Expansivkräfte der Dünste, von *Philipp Taylor,*

die von 212° bis 320° reicht. Es scheinen zwar alle drei Tafeln in Betreff ihrer Genauigkeit gleiches Zutrauen zu verdienen, jedoch schien es *Yvory* zweckmäſsiger, der folgenden Untersuchung die von einem einzigen Beobachter und bei einerlei Verfahren erhaltenen Resultate zu Grunde zu legen. Er wählte dazu die Ergebnisse, welche Dr. *Ure* erhielt.

In der folgenden Tafel enthält die mit τ bezeichnete Spalte die Temperaturen, von 50° F. angefangen; jede steht von der nächst folgenden um 20° F. ab. Die erste Spalte, welche die Überschrift *Zeiger* führt, enthält die Zahlen, welche die Anzahl der Intervalle, von 20° angefangen, angeben. Ist τ irgend eine gegebene Temperatur, und x der ihr entsprechende Zeiger, so ist

$$x = \frac{\tau - 50}{20}.$$

Die dritte mit e überschriebene Spalte enthält die Expansivkräfte, wie sie *Ure* fand, in englischen Zollen. Die vierte Spalte gibt von diesen Expansivkräften, ausgedrückt in Theilen einer Atmosphäre, deren Druck 30 Zoll beträgt, die Logarithmen.

Die folgende Spalte, welche die Überschrift t führt, gibt den Abstand der Temperaturen des Dampfes vom Siedpuncte des Wassers an. Die Wärmegrade unter dem Siedpuncte führen das Zeichen —, die über demselben das Zeichen +. Die nächste Columne enthält den Quotienten der Zahlen aus den zwei vorhergehenden. Diese Quotienten folgen in der Nähe von 212° sehr unregelmäſsig auf einander, weil die Logarithmen der Zeit $\frac{e}{30}$, so wie diese sich der Einheit nähert, sehr schnell sich ändern, und daher die Beobachtungsfehler auf das Resultat einen sehr groſsen Einfluſs gewinnen. Die darauf folgende Columne gibt die Diffe-

renzen der auf einander folgenden Resultate an. Diese Differenzen sind äuſserst unregelmäſsig, und scheinen zur gegenwärtigen Untersuchung gar nicht dienen zu wollen. Die zwei letzten Spalten enthalten berechnete Gröſsen, von denen später die Rede seyn wird. Hier folgt die Tafel.

Zeiger.	τ	e	$\log. \frac{e}{30}$	t	$\frac{\log. \frac{e}{30}}{t}$	Differeuz.	Berechnete Grössen. $\frac{\log. \frac{30}{e}}{t}$	Berechnete Grössen. e
0	50°	0.360	—1.29082	—162	0.011857	—	0.011857	0.360
1	70°	0.726	1.61618	142	011381	476	011403	0.721
2	90°	1.360	1.34359	122	011013	368	010968	1.378
3	110°	2.456	1.08689	102	010656	357	010553	2.634
4	130°	4.336	0.83704	82	010208	448	010158	4.408
5	150°	7.530	0.60032	62	009682	526	009783	7.424
6	170°	12.05	0,39613	42	009432	250	009428	12.05
7	190°	19.00	0.19837	22	009017	425	009092	18.93
8	210°	28.88	0.01652	2	008260	—	008777	28.81
9	230°	43.10	+0.15736	+ 18	008742	—	008482	42.63
10	250°	61.90	0.31457	38	008278	464	008206	61.50
11	270°	86.30	0.45889	58	007912	366	007949	86.70
12	290°	120.15	0.60260	78	007726	186	007714	119.9
13	310°	161.30	0.73051	98	007454	272	007497	162.8

Man nenne die ersten und zweiten Differenzen der Zahlen in der siebenten Columne Δ und Δ^2, so ergibt sich folgende Gleichung:

$$\frac{\log. \frac{e}{30}}{t} = 0.011857 - x \cdot \Delta + \frac{x^2 - x}{2} \cdot \Delta^2, \qquad \text{(A)}$$

wo x den Index bezeichnet. Man sieht leicht, daſs man nach den Werthen, welche in der vorletzten Spalte angegeben sind, die von Δ und Δ^2 findet. Wegen des unregelmäſsigen Ganges der genannten Differenzen wird aber folgendes Verfahren besser zum Ziele führen. Man nehme von sieben Quotienten der Tafel, welche den

Zeigern 1 — 7 entsprechen, den Mittelwerth, und man erhält:

$$0.010198 = 0.011857 - 4\Delta + 8\Delta^2.$$

Thut man dasselbe mit den vier letzten Quotienten, so bekommt man:

$$0.007842 = 0.011857 - \frac{23}{2}\Delta + 61\Delta^2.$$

Mittelst dieser zwei Gleichungen erhält man

$$\Delta = 0.0004545,$$
$$\Delta^2 = 0.00001986.$$

Mittelst dieser Werthe lassen sich nun aus der Formel (A) die Werthe des Quotienten $\frac{\log.\frac{e}{30}}{t}$ berechnen, so wie sie die vorletzte Spalte enthält. Nimmt man nun diese Werthe statt der durch Versuche gegebenen, so findet man die Werthe der letzten Spalte. Will man z. B. die Expansivkraft für den Zeiger 4 berechnen, so hat man:

$$\frac{\log.\frac{e}{30}}{-82} = 0.010158,$$

$$\text{mithin} \quad \log.\frac{e}{30} = -0.8329,$$

$$\text{und} \quad \log. e = 0.6442 \quad \text{oder} \quad e = 4.408.$$

Um die Formel (A) für die Anwendung bequemer einzurichten, substituire man für Δ und Δ^2 die entsprechenden Werthe, und ordne alles nach den Potenzen von x, und man erhält:

$$\frac{\log.\frac{e}{30}}{t} = 0.011857 - 0.00046443\,x + 0.00000993\,x^2.$$

Es ist aber

$$x = \frac{\tau - 50}{20} = \frac{162 + t}{20}, \text{ mithin}$$

$$\frac{\log. \frac{e}{30}}{t} = 0.0087466\,t - 0.000015178\,t^2 + 0.000000024825\,t^3. \qquad \text{(B)}$$

Die log. der Coefficienten sind nach der Ordnung — 3.9418393, — 5.1812202, — 8.3871228.

Für den Eispunct, wo $t = -180$ ist, bekommt man $e = 0.185$, welches von dem durch Versuche gefundenen Werthe 0,2 nicht viel abweicht Darum mag die Formel (B) als genau angesehen werden, wenn es sich um *Ure's* Resultate handelt. Mit den Versuchen, welche *Southern* und *Clement* anstellten, stimmt sie aber nicht so genau überein. So z. B. nimmt der erstere die Expansivkraft der Dämpfe bei 343°,6 mit 8 Atmosphären = 240 Zoll an. Da hier $t = 131°.6$ ist, so gibt obige Formel diese Kraft mit 264 Z., also um 24 Z. gröſser an. Der Grund dieser Differenz liegt in den Umständen, daſs *Southern's* Temperaturen, denen eine bestimmte Expansivkraft entsprechen soll, überhaupt gröſser sind, als die von *Ure*, welche als Basis obiger Formel angesehen wurden. Im besprochenen Falle beläuft sich diese Wärmedifferenz auf 6°,6.

Clemens setzt die Spannkraft der Dünste bei 419° gleich 35 Atmosphären, und die obige Formel gibt dafür nur 23.8 Atmosphären. Die Differenz kommt auf Rechnung desselben Umstandes. Überhaupt darf man nicht annehmen, daſs diese Formel unrichtig sey, weil sich Differenzen zwischen den Ergebnissen der Versuche und den aus ihr abgeleiteten Werthen ergeben. Diese Differenzen kommen nur daher, daſs uns die Erfahrung in Betreff der Werthe von Δ und Δ^2 in Ungewiſsheit läſst. (*Annals of philos.* 1827. *I.*)

E. Festwerden und Krystallisiren.

1. Über einige Erscheinungen, welche die Krystallisation und das Gefrieren der Körper darbietet. Von *A. Bellani* *).

(Giornale di Fisica, Chimica ecc. Tom. X. dec. 3zo et 4to)

Der Gegenstand dieser Abhandlung ist die Betrachtung der Vergrößerung oder Verkleinerung des Volumens, welche bei einigen Körpern während des Krystallisirens oder Gefrierens bemerkt wird. Der Verfasser läßt seinen neuesten Versuchen einen kurzen Rückblick über einige im Jahre 1813 angestellte, und in demselben Journale, Band VI., bekannt gemachte Untersuchungen mit Phosphor und Schwefel vorangehen, die aber das Festwerden dieser beiden Körper, selbst wenn sie früher geschmolzen waren, nicht die dabei Statt findende Veränderung des Volumens betreffen, und daher nur entfernt mit den neuesten Versuchen in Verbindung stehen.

Diese beginnen mit dem *schwefelsauren Natron.* — Eine möglichst concentrirte Auflösung dieses Salzes bleibt, so wie Wasser, mehrere Grade unter 0, ohne etwas abzusetzen oder zu krystallisiren, so lange sie ruhig steht. Wird sie aber nur im geringsten erschüttert, oder fällt ein Krystall desselben oder eines anderen Salzes, ein wenig Eis, eine Schneeflocke hinein, so fällt unter Erhöhung der Temperatur jener Antheil des Salzes heraus, welcher beim Temperatursgrade der Auflösung nicht mehr gelöset bleiben kann. Am leichtesten erfolgt dieß in offenen Gefäßen, da sich hier durch die immerwährende Verdünstung am Rande kleine Krystalle bilden, welche dann krystallisationserregend wirken.

*) Frei ausgezogen vom Med. Dr. Ritter v. *Holger*.

Bei dieser Ausscheidung des Glaubersalzes wird nun wie beim Gefrieren des Wassers das Volumen vermehrt. Dieſs zeigte *Bellani* auf folgende Weise: Er nahm einen kleinen Glas-Recipienten, dessen Kugel zwei Zoll, dessen Hals zwei Linien Durchmesser hatte; in diesen wurde eine gesättigte Auflösung des Glaubersalzes im heiſsen Wasser gegeben, so daſs die Kugel und ein Theil des Halses angefüllt war. Nun wurde das Gefäſs im Eis langsam abgekühlt, ohne daſs eine Krystallisation erfolgte, und der Punct angemerkt, bis zu welchem der Hals voll war. — Bewirkte man nun die Krystallisation entweder durch noch stärkere Abkühlung, oder durch Hineinwerfen eines kleinen Krystalls von Glaubersalz, so hob sich die Flüssigkeit über den bemerkten Punct zuerst schnell und beinahe augenblicklich, dann noch langsamer und länger fort mit Erhöhung der Temperatur. — Die Vermehrung des Volums betrug $^2/_{87}$, denn es verhielt sich das letztere Volumen zum ersteren wie 1023 zu 1000, und doch war sie bloſs durch das Präcipitiren des Salzes hervorgebracht; denn es stieg keine Luftblase während des Vorgangs auf, und die Temperatur des festen und flüssigen Theils war am Ende des Versuches gleich.

Bellani frägt nun, in welchem Zustande sich das Wasser im präcipitirten Glaubersalze befinde? und entscheidet sich dafür, es als Eis vorhanden anzunehmen, weil er sich nur daraus die Volumsvermehrung erklären zu können glaubt, indem auch Wasser, wenn es zu Eis wird, sein Volumen vermehrt. Ich glaube wohl nicht, daſs man gegen die Annahme des Krystallwassers als Eis etwas einwenden wird, oder daſs dieſs nur ausdrücklich angeführt werden dürfte; doch scheint es mir auch natürlich, daſs ein Salz, selbst wenn es kein Krystallwasser enthielte, im krystallisirten Zustande mehr Raum

als im aufgelösten einnehme. Nicht die Vergröſserung des Volums ist das Auffallende bei der Eisbildung, sondern die bedeutende Kraft, womit das gebildete Eis den ihm nöthigen gröſseren Raum den Wänden des Gefäſses, welche es einschlieſsen, abzugewinnen sucht.

Aus diesen und einigen mit andern Salzen angestellten Versuchen leitet nun *Bellani* das Gesetz ab: *Bei jeder Auflösung findet Raumverminderung, bei jeder Ausscheidung Raumvermehrung Statt.* So natürlich auch dieses Gesetz ist, so läſst es sich doch nicht in allen Fällen durch Versuche darstellen; denn da nicht alle Salze die Eigenschaft in so hohem Grade besitzen, während der Erkältung der Auflösung im Überschusse aufgelöst zu bleiben, so trifft die durch die Ausscheidung des Salzes bewirkte Raumvermehrung, und die durch die Abnahme der Temperatur erzeugte Raumverminderung der Flüssigkeit zusammen, sie gleichen sich gegenseitig aus, und machen den Versuch undeutlich. — Um dieses Hinderniſs möglichst zu vermeiden, schlägt *Bellani* vor, immer die Auflösung bis zur Präcipitation zu erkälten, nie aber das pulverförmige Salz im kochenden Wasser zu lösen, um aus der erfolgten Raumsverminderung auf die Vermehrung desselben zu schlieſsen. — Durch das Abkühlen wird die zum Versuch nöthige Temperatur schneller und gleichförmiger mitgetheilt; es entwickeln sich keine Luftblasen, indem die Luft bei der früher Statt gefundenen heiſsen Auflösung bereits ausgetrieben wird; die Präcipitation geschieht langsamer, indem sich immer an der Oberfläche kleine Krystalle erzeugen, welche sie nach und nach eintreten lassen. — Wichtiger als diese Gründe scheint es mir zu seyn, daſs bei der langsamen Abkühlung nur wenig Flüssigkeit verdünstet, während die Verdampfung beim Kochen einen grossen, nicht leicht bestimmbaren Verlust an Flüssigkeit

erzeugt, der dann die Beurtheilung der Veränderung des Volumens schwierig und zweifelhaft macht. Arbeitet man bei einer Temperatur, die dem Nullpuncte nahe liegt, so ist die Volumsveränderung der Flüssigkeit weniger auffallend, und man kann um so genauer die durch die Präcipitation erzeugte beobachten.

Nun folgen einige Versuche mit anderen Salzen angestellt, als:

Salpeter mit Kalksalzen verunreinigt. In kochendem Wasser gelöset, und langsam abgekühlt. In offenen Gefäfsen setzt er, selbst nach mehreren Tagen, keine Krystalle ab, wenn die Auflösung ruhig stehen gelassen wird. Wird sie gerührt oder geschüttelt, so folgt häufige Krystallisation.

Reiner Salpeter. Eine bei 80° R. gesättigte Auflösung. Bei eingetretener Abkühlung erfolgt häufige Krystallisation, aber nur unbedeutende Raumverminderung. Von 48° — 0° R. erfolgt durch gegenseitige Ausgleichung keine bemerkbare Veränderung des Raumes.

Schwefelsaure Alaunerde (*solfato d'alumina*, Alaun ?). Erhält sich bis 0 übersättigt (?) in der Auflösung, dann fällt sie mit deutlicher Vermehrung des Raumes heraus.

Weniger deutlich ist diefs beim *Salmiak*, welcher sich länger aufgelöset hält, ohne zu präcipitiren.

Kupferammoniak in Wasser gelöset, und mit $^1/_{10}$ Alkohol gemischt, um die Präcipitation zu erleichtern, krystallisirte bei — 8°, ohne dafs das Flüssige gefror. Das Volumen wurde dabei noch mehr als beim Glaubersalz vermehrt.

Kampfergeist, gesättigter, hielt noch gröfsere Kälte aus, vermehrte aber auch dann sein Volumen nicht.

Nun stellt *Bellani* die Frage: Ob nicht die während des Stehens von den Auflösungen absorbirte Luft es eigentlich sey, welche das Volumen vermehrt? In diesem

Falle wäre die Verminderung des Volums bei der Auflösung der Salze im Wasser, oder bei der Mengung des Wassers und Alkohols den häufigen Luftblasen zuzuschreiben, die während der Verbindung aus der Flüssigkeit aufsteigen. Indessen sprechen einige frühere Versuche des Verfassers, im Jahre 1824 im *Giornale di Fisica* bekannt gemacht, dagegen. Als nämlich gleiche Theile gesättigte oder nicht gesättigte Kochsalzauflösung und reines Wasser, früher durch Kochen oder Gefrieren von der enthaltenen Luft befreit, vermengt wurden, verminderte sich das Volumen, ohne daſs sich nur eine Luftblase entwickelt hätte. Dasselbe erfolgte, wenn man das Salz im luftbefreiten Wasser auflöste.

Nun wird der *Kalk* einer näheren Untersuchung unterworfen. Verbindet sich Wasser mit Kalk zu Kalkhydrat, so sollte man glauben, es entstünde wegen der dabei frei werdenden Wärme eine innige Vereinigung mit Verminderung des Raumes, zumal da durch die Statt findende Verdampfung die Menge des Wassers vermindert wird; doch lehrten genaue Versuche, daſs das Volumen des *Kalkhydrates* dem des angewendeten Kalks und Wassers zusammengenommen gleich sey. In eine Glasretorte, deren Hals 1 Fuſs lang war, und 4 Linien Durchmesser hatte, während der Durchmesser der Kugel 2 Zoll betrug, wurden bis zur Hälfte kleine Stückchen ungelöschter Kalk gegeben, dann so viel Wasser nachgegossen, um einen Theil des Halses anzufüllen. Die Retorte wurde durch Eintauchen in kaltes Wasser oder schmelzendes Eis kalt erhalten, damit vor der Verbindung das Wasser in die Zwischenräume des Kalkes dringen, und die darin enthaltene Luft austreiben konnte. — Dann wurde die Retorte bis 0° erkältet, die Luft aus dem leeren Theile des Halses ausgesaugt, und angemerkt, wie hoch das Wasser im Halse stand. Nun wurde die

Verbindung angeregt, indem man die Retorte in siedendes Wasser hielt, oder einem Kohlenfeuer näherte. Sie begann sogleich, und das Wasser blieb ohne weitere Erwärmung im Sieden. Nach einer Minute war der Kalk zerfallen, die erhöhte Temperatur hatte abgenommen, vom Wasser war nichts verdunstet, indem die Dämpfe durch das im Halse befindliche kältere Wasser streichen mufsten, wo sie wieder abgekühlt und tropfbar wurden. — Man fand das Wasser im Halse noch eben so hoch stehen, als es vor Anfang der Erwärmung gemessen worden war.

Dafs sich Kalk und Wasser zuerst mechanisch, unter Zischen, Aufsteigen von Luftblasen, und ohne Erwärmung, dann aber erst chemisch mit Erhitzung verbinden, war bekannt genug, und hätte nicht dürfen weiter ausgeführt werden. Die chemische Verbindung läfst sich hindanhalten, wenn man das Gefäfs, in welchem sich Kalk und Wasser befinden, auf 0° erkältet. Der Kalk bleibt unverändert; nimmt man ihn heraus, und wirft ihn in siedendes Wasser, so tritt sogleich die chemische Verbindung ein. Läfst man aber den Kalk längere Zeit, einige Wochen, in dem eiskalten Wasser liegen, so erfolgt die chemische Verbindung, doch nur langsam und unmerkbar, denn der herausgenommene Kalk, getrocknet und in heifses Wasser geworfen, erhitzt sich weder, noch zerfällt er; diese Erfahrung war für den angeführten Versuch höchst wichtig, und mufste wohl berücksichtigt werden, wenn man über das Resultat sicher seyn wollte.

Übergiefst man Kalk mit Alkohol von 0,845 sp. G., läfst ihn einige Tage unter öfterem Umrühren darin, und filtrirt dann den Alkohol ab, so findet sich dessen spec. Gew. nicht verändert. Der Kalk hat kein Wasser gebunden; denn wird er dann mit Wasser in Berührung ge-

bracht, so löscht er sich erst in selbem. Hat der Alkohol hingegen 0,930 spec. Gew., so wird der Kalk zwar in selbem gelöscht, der filtrirte Weingeist aber dadurch nicht leichter [1]).

Die mit *Gyps* angestellten Versuche geben wenig ausgezeichnete Resultate. Wird er bei 0° mit Wasser vermengt, so erhöht sich die Temperatur nur um 3—4°. Der Gyps erhärtet bei der chemischen Verbindung, und zwar selbst bei 0° Temperatur, und unter dem Wasser; sein Volumen wird dabei anfangs um $^1/_{100}$ vermindert, dann nach einigen Stunden um $^1/_{100}$ vermehrt. Ob, wenn sich Gyps mit Wasser chemisch verbindet, dieses als Eis angenommen werden könne, und die Volumsvermehrung des Eises der geringen Volumsvermehrung des Gypshydrates entspreche, wird wohl als Frage aufgestellt, aber nichts darüber entschieden [2]).

---

[1]) Daſs dieser Versuch gegen die Bereitung des absoluten Alkohols nichts beweiset, ist klar. Denn im ersten Falle ist es nicht auffallend, daſs der Kalk ohne Erwärmung den Alkohol nicht entwässert, da die Neigung des Alkohols zum Wasser so groſs ist, daſs dieses die Tincturen zersetzt, und jener das Krystallisiren der Salzlösungen so auffallend befördert. In einer Hitze von + 65° entzieht aber der Kalk dem Alkohol um so gewisser das Wasser, als jener schon für sich allein destillirt, sich zum Theile von seinem Wasser trennt.

Im zweiten Falle war aber, was *Bellani* nicht zulassen will, gewiſs so viel Kalk im noch wasserhältigen Alkohol aufgelöset, daſs er das Gewicht des entzogenen Wassers ersetzen konnte. Dieser bleibt aber bei der folgenden Destillation in der Retorte zurück.

[2]) Da der Gyps nur beiläufig 21 p. Ct. Krystallwasser enthält, so ist es nicht auffallend, daſs seine Volumsvermehrung bei der chemischen Verbindung gegen die des Glaubersalzes nur unbedeutend seyn kann. Die anfängliche Verminderung des Volumens, wenn der gebrannte

Schwefelsäure. Sächsisches Vitriolöhl bleibt viele Grade über 0 fest, und erhält daher auch den Namen des eisartigen Vitriolöhls *); auch die gemeine, auf einen gewissen Grad verdünnte Schwefelsäure gefriert schon bei den Graden, die zunächst an 0 liegen, beide aber bleiben 20° unter dem Puncte flüssig, bei welchem sie schmelzen, wenn sie gefroren waren, vorzüglich wenn der Druck der Atmosphäre auf sie aufgehoben ist. — Die zu diesen Versuchen verwendete sächsische Schwefelsäure war schwach rauchend von 1,840 spec. Gew., blieb bis + 9 gefroren, gefror gewöhnlich am Eispuncte, ohne dafs das Schütteln oder Umrühren das Gefrieren beschleunigte; die diluirte hatte 1,780 spec. Gew., und blieb bis + 6 oder 7 fest.

Sowohl concentrirte als diluirte Schwefelsäure vermindert ihr Volumen während des Gefrierens. Erstere

---

Gyps mit Wasser gemengt wird, ist eine nothwendige Folge des Eindringens des letzteren in die Zwischenräume eines so feinen Pulvers wie gebrannter Gyps, und des Austreibens der Luft. Die nachfolgende Ausdehnung zeigt die chemische Vereinigung und Krystallisation als eingetreten an, und sie beträgt eigentlich $^{1}/_{100}$, welches gegen die Ausdehnung des Glaubersalzes $^{2}/_{87}$ bedeutend genug ist, besonders bei der bedeutenden Menge Krystallwasser, die dem Gypse eigen ist.

*) Das sächsische Vitriolöhl enthält wohl die eisartige, die wasserleere Schwefelsäure in sich, ist aber nicht mit dieser einerlei. Letztere schmilzt bei + 12° R., und hat ein spec. Gew. von 2,037. Das sächsische Vitriolöhl gefriert erst bei — 12, ihr spec. Gew. kann von 1,840 — 1,950 nach *Meifsner* steigen. — Diluirte Schwefelsäure von 1,780 spec. Gew. hält 68 Procent wasserleere Säure, und wird erhalten, wenn man der englischen Schwefelsäure von 1,850 spec. Gew. 18,5 Procent Wasser zusetzt, sie gefriert nach *Berzelius* bei + 4°.

verminderte ein Volumen, welches bei 0 Temperatur gleich 1,000 gesetzt wurde, durch das Gefrieren auf 0,925, und letztere verdünnte, die bei 0° 1,790 sp. G. hatte, von 1,000 auf 0,910. Diese Zahlen sind nur approximatif, da es sehr schwer ist, Schwefelsäure von der Luft, die sich während des Gefrierens entwickelt, und den Versuch weniger genau macht, zu befreien. Denn man kann sie nicht abkochen, um sie luftleer zu machen, weil sonst das bestimmte Verhältnifs des Wassers zur Säure verändert wird.

Da das Volumen der verdünnten Säure noch mehr als das der concentrirten vermindert wird, so mufs man annehmen, dafs das Wasser bei ihrem Gefrieren entweder nicht mit gefriert, oder doch sein Volumen nicht dabei vermehrt.

Concentrirte Schwefelsäure dehnt sich, von 0 — 80° erwärmt, weniger aus als diluirte von 1,780, und zwar dehnt sie sich mehr aus bis zum Nullpuncte, als wenn sie von diesem bis + 80° erwärmt wird, und in demselben Verhältnisse wie das Wasser, aber in verkehrter Ordnung.

Radicalessig. Fumagalli, Pharmaceut zu Mailand, arbeitete mit Radicalessig, welcher bei + 12° krystallisirt, und fand zufällig, dafs wenn die Temperatur nur etwas über diesen Grad steigt, und der eingeriebene Stöpsel der Flasche geöffnet wird, die ganze Säure in einem Augenblicke zerflofs.

Bellani stellte mit derselben von *Fumagalli* ihm zugeschickten Essigsäure Versuche an; es gelang ihm aber nicht, diese Erscheinung wieder hervorzubringen. Kein Radicalessig fing bei + 12° zu schmelzen an, nach mehreren Tagen war erst die Hälfte flüssig. Wurde nun das Feste von dem Flüssigen getrennt, so zerflofs er-

steres ganz zwischen 13 und 14°; wurden beide Antheile auf ihr spec. Gew. untersucht, und zwar bei gleichem Temperaturgrade + 12°, so wog ersterer 1,07, der zweite schwerer schmelzbare 1,06. Letztere enthielt also mehr Säure, und es gilt auch bei der Essigsäure wie bei der Schwefelsäure das Gesetz: daſs bei einem bestimmten Temperaturgrade ein bestimmter Verdünnungsgrad zum Gefrieren nöthig ist, und daſs, wenn die Wassermenge der verdünnten Säure sich verändert, sich auch ihr Gefrierpunct verändere. Es ist bekannt, daſs Radicalessig von 1,063 spec. Gew. nicht mehr als die zu seinem Bestehen nöthigen 14.8, aber auch 107.2 Procent Wasser enthalten könne (nicht 59 %, wie *Bellani* angibt), aber letztere krystallisirt auch mehrere Grade unter 0 nicht.

Brachte man die Säure in einer zur Hälfte gefüllten Flasche in eine Temperatur von + 8°, so konnte sie durch mehrere Tage, selbst bei Umschütteln, ohne zu gefrieren, erhalten werden. Auch wenn die Flasche in Eis gesteckt wurde, blieb sie flüssig, auſser bei sehr heftigem Schütteln, wo dann die ganze Masse auf einmal gefror. — Das Volumen verminderte sich beim Gefrieren merkbar, die Temperatur wurde dabei nur wenig erhöht, beiläufig wie wenn die Säure mit Wasser verdünnt wird. Sie bleibt, ohne zu gefrieren, bis zu + 10°, ihr wahrer Krystallisations- und Schmelzpunct fällt auf + 17°. — Wenn die Säure mehrere Grade unter ihrem eigentlichen Gefrierpunct flüssig bleibt, und dieser tritt endlich ein, so gefriert die ganze Masse auf einmal. Hier tritt nun auch das Schmelzen nicht nach und nach, sondern auf einmal in der ganzen Masse ein; da es nun scheint, als würde bei diesem Übergange aus dem festen in den flüssigen Zustand nur wenig Wärme

gebunden, so wird die angeführte Erscheinung des augenblicklichen Schmelzens der Säure begreiflich, indem die Flasche sich früher in einer Temperatur befand, die nur wenig unter dem Schmelzpuncte war, und dann plötzlich einer viel höheren ausgesetzt wurde.

Vom Olivenöhl. Die Flüssigkeitsgränze für das Olivenöhl ist auf + 4° zu setzen. Die reine Stearine schmilzt bei + 17°, kann aber auch zuweilen bei 8° flüssig bleiben; Elaine wird erst zwischen — 3 und 4 fest. Immer gefriert das Olivenöhl langsam, auch wenn nur kleine Massen genommen, und auf — 16° erkältet werden, selbst das Schütteln oder Beimischen schon gefrorner Öhltheile beschleunigt das Gefrieren nicht. Noch mehr widersteht es dem Gefrieren, wenn es früher auf + 40° oder noch höher erwärmt, und dann erkältet wird, vielleicht, weil sich Stearine und Elaine durch die Erwärmung inniger durchdrungen haben, und sich nun schwerer scheiden. — *Bellani* verfertigte Thermometer mit Olivenöhl; das Öhl war von der Luft gereinigt, die Röhre hermetisch geschlossen, und solche Thermometer noch nach 23 Jahren zu den Versuchen brauchbar. Es wurde nämlich die Kugel in eben schmelzendes Eis gebracht, um die Temperatur des Nullpunctes hervorzubringen; das Öhl blieb flüssig. Einige Grade unter 0 gefror es, und wiewohl die Temperatur stets gleich blieb, sank es nach und nach immer mehr unter den Punct, bei welchem es gefror; es gefriert daher mit Verminderung des Volums. So zog sich z. B. Öhl, welches gerade am 0 Puncte gefror, nach und nach auf — 13° zusammen, welches einer Raumverminderung von $^1/_{89}$ des ganzen Volums entspricht.

2. Verwandlung mehrerer kleiner Krystalle in gröſsere. Von *Wollaston*.

(Chemical manipulation by M. Faraday. London 1827, p. 253.)

Faraday führt in dem genannten vortrefflichen Werke, dessen Übersetzung *) ins Deutsche gewiſs jeder Freund der Wissenschaft gerne sehen wird, ein Verfahren an, das von Dr. *Wollaston* herrührt, wodurch man aus mehreren kleinen Krystallen gröſsere erhalten kann. Es besteht darin: Man nehme z. B. eine kleine Quantität einer Lösung von schwefelsaurem Nickel mit einem geringen Überschuſs an Säure, dampfe sie in einem Uhrglas ab, und lasse sie hierauf kalt werden. Da bilden sich viele kleine Krystalle. Stellt man sie hierauf an einen Ort, wo sie den Änderungen der Luftwärme ausgesetzt sind, so verschwinden die kleinen Krystalle, die gröſseren nehmen zu, bis zuletzt nur einer oder wenige derselben vorhanden sind. Die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung liegt nach *Wollaston* darin: Die kleineren Krystalle haben im Verhältniſs ihrer Masse eine gröſsere Oberfläche als die gröſseren; nimmt daher bei einer kleinen Erhöhung der Temperatur die auflösende Kraft der die Krystalle umgebenden Flüssigkeit zu, so wird von den kleineren ein gröſserer Theil aufgelöset, als von den gröſseren; aber bei einer Verminderung dieser Temperatur erhalten alle einerlei Zuwachs. Auf diese Weise werden die kleineren nach und nach aufgelöset, und die gröſseren noch mehr vergröſsert. Auf dieselbe Art kann man groſse Krystalle von Sauerkleesäure, salpetersaurem Quecksilber, essigsaurem Blei etc. erhalten.

---

*) Sie ist im Michaeler Meſskataloge für 1827 angekündigt.

F. Physikalische Chemie.

1. Über die Ausnahmen von dem Gesetze: »daſs Salze im heiſsen Wasser löslicher sind als im kalten,« mit einem neuen Beispiele. Von *Thomas Graham* M. A.

(Annals of phil. Juli 1827.)

Nachdem Hr. *Graham* erwähnt, daſs die Anomalie in der Löslichkeit der Salze im Wasser dem schwefelsauren Sodiumoxyd und dem Calciumoxydhydrat eigen ist, führt er, seinen eigenen Erfahrungen zu Folge, auch die neutrale phosphorsaure Magnesia — bereitet durch Niederschlagung einer Lösung des phosphorsauren Sodiumoxyds mittelst schwefelsauren Magniumoxyds — als einen solchen Körper an. Dieses Salz besteht nach ihm, in Übereinstimmung mit *Thomson*, aus:

1	stöch.	Anth.	Phosphorsäure . . .	=	3,500
1	»	»	Magniumoxyds . . .	=	2,500
7	»	»	Wassers	=	7,875
1	stöch.	Anth.	desselben also	=	13,875.

Es efflorescirt, unter schnellem Verluste seines Krystallwassers, an der Atmosphäre, und zerfällt hierbei in ein weiſses Pulver, welches in 744 Theilen Wassers bei 45° Fht. löslich, und ein Anhydrat ist. Dasselbe ist in allen Säuren, besonders in der Essig-, Oxal-, Phosphor-, Salpeter-, Schwefel- und Hydrochlorsäure sehr leicht auflöslich, so daſs diese Säuren selbst in sehr geringen Quantitäten das Niederfallen eines Theiles des Salzes aus der heiſsgemachten wässerigen Lösung desselben verhindern können.

Als Hr. *Graham* die Lösung dieses Salzes im Wasserbade gleichmäſsig erwärmte, trübte sie sich, noch ehe sie den 120° Fht. erreichte, wurde dann mit stei-

gender Erhitzung immer trüber, so daſs sie ein milchweiſses Ansehen gewann, und bei der Temperatur von 212° endlich hatte sich, in der beinahe ganz klar gewordenen Flüssigkeit, ein wolkiger Niederschlag langsam abgesetzt. (Eine längere Unterhaltung desselben Temperaturgrades hat weiter keine Einwirkung auf das vor Verdünstung geschützte Fluidum geäuſsert, selbst nicht nach mehreren Stunden.) Der Niederschlag war phosphorsaures Magniumoxyd-Anhydrat.

Hr. *Graham* fand ferner durch seine Versuche, daſs das Salz im wasserfreien Zustande

bei 45° Fht.	. . . . .	714,
» 212° »	. . . . .	1151,

und im krystallisirten Zustande

bei 45° Fht.	. . . . .	322,
» 212° »	. . . . .	498

Gewichtstheile Wassers zu seiner Lösung erfordert habe.

Die groſse Schnelligkeit, mit welcher dieses Salz in der Luft verwittert, leitet auf die Erklärung seiner verminderten Löslichkeit im Wasser bei erhöhter Temperatur. Die Verwitterung der Salzhydrate — eigentlich der Salze mit Krystallwasser — zeigt gewiſs eine schwache Verwandtschaft zum Wasser bei der Atmosphären-Temperatur an, eine Verwandtschaft, die durch eine geringe Temperaturserhöhung noch vermindert wird. Ist nun die zwischen dem Salze und dem Wasser in einer Salzlösung Statt findende Anziehung dieselbe als jene zwischen der Basis und dem Wasser, wenn beide im Zustande eines soliden Hydrats sind; so könnten wir die auffallende Kraft auf die Schwächung der Verwandtschaft von der Wärme herleiten. Selbst dann, wenn wir annehmen, daſs das Lösungsvermögen des Wassers bis zu einem gewissen Grade mit der Zunahme der Temperatur wächst: könnte doch diese äuſserst schnelle

Verminderung der Anziehung des Salzes zum Wasser mit der Temperaturzunahme die zunehmende Lösungskraft des Lösungsmittels verhindern, und, bei so efflorescirenden Salzen, wie das phosphors. Magniumoxyd und das schwefels. Sodiumoxyd sind, am Ende übertreffen; weſshalb die Löslichkeit solcher Salze abzunehmen beginnen kann, wenn die Temperatur über einen gewissen Punct erhoben wurde.

Die angeführte Ursache muſs bei allen Salzhydraten, die in der Hitze ihr Wasser verlieren, mögen sie dann an der Luft verwittern oder nicht, einen gröſseren oder geringeren Einfluſs auf ihre Löslichkeit im Wasser haben; und man weiſs wirklich, daſs es für jedes Salz einen Punct in der Temperatur-Scala gibt, von welchem an es aufhört, im Wasser löslich zu seyn, oder vielmehr an seiner Löslichkeit verliert. Bei jenen verwitterbaren Salzen, deren Verwandtschaft zum Wasser sich bei geringer Temperaturerhöhung vermindert, ist dieser Punct niedrig, ja oft sogar unter 212° Fht.; bei Hydraten, die ihr Wasser fester zurückhalten, ist er höher, und bei jenen, die einer hohen Temperatur zu ihrer Zersetzung bedürfen, ist der höchste Punct der Löslichkeit verhältniſsmäſsig hoch, und von der Art, wie er die Zurückhaltung des Lösungsmittels im tropfbar flüssigen Zustande bei einem ungeheuren absichtlich erzeugten Drucke erfordern würde.

Bei Salzen, welche keine festen Verbindungen mit dem Wasser eingehen, mangelt uns solch ein Leitfaden zur Auffindung ihrer Löslichkeit im Wasser bei verschiedenen Temperaturgraden; und diese können also in einigen Fällen, eben so wie die efflorescirenden Salze, dieser Anomalie in der Löslichkeit unterworfen seyn. In der That ist auch die Theorie nicht auf alle Hydrate ausdehnbar. Es gibt eine Classe derselben, in welchen die

Verbindung zwischen der Basis und dem Wasser von den gewöhnlichen Salzhydraten wesentlich abzuweichen scheint; diese umfasset die Hydrate der Alkalien, Erden und Metalloxyde, und scheint nicht dem obigen Gesetze unterworfen zu seyn.

Viele Salze, Oxyde und Erden sind als solche bekannt, deren Löslichkeit im Wasser durchs Aussetzen einer bedeutend hohen Temperatur vernichtet wird. Dieſs rührt von dem erlittenen Wasserverluste her, und nicht, wie man oft behauptete, von der durch die Einwirkung der Hitze erhöhten Cohäsion zwischen den kleinsten Theilchen dieser Körper; denn Untersuchungen über die Löslichkeit solcher Körper lehren uns, daſs nicht die einfache Substanz, sondern ihre Verbindung mit dem Wasser, sich im Wasser gelöst habe. Diese Zusammensetzungen sind von einer höheren Ordnung, als die gewöhnlichen Hydrate — eigentlich Salze mit Krystallwasser — und erfordern oft eigenthümliche Umstände zu ihrer Entstehung. Das Siliciumoxyd liefert ein schickliches Beispiel. Getrocknet und vom Wasser befreit, ist es im Wasser ganz unlöslich, löst sich aber im Zustande eines Hydrats in demselben auf, wo es dann einleuchtend ist, daſs diese Lösung nicht als eine Lösung des Siliciumoxyds, sondern als eine Lösung seines Hydrats angesehen werden müsse. Bei den Alkalien findet derselbe Fall Statt, und sie sind, selbst im Alkohol, auch nur im Hydratzustande löslich. Die Verbindung zwischen Wasser und Kalk im gelöschten Kalk ist von dieser Art, und das Kalkwasser muſs als eine wässerige Lösung des Calciumoxydhydrats betrachtet werden. Da man weiſs, daſs das eigentliche Hydratwasser fester mit den Körpern verbunden ist, als das sogenannte Krystallwasser: so ist es kein Einwurf gegen die aufgestellte Theorie, daſs das Calciumoxydhydrat im kalten Wasser

löslicher ist als im heifsen, ohne jedoch zu efflorésciren. Könnte dasselbe mit noch mehr Wasser eine weniger feste Verbindung — also etwa krystallisirtes Calciumoxydhydrat mit Krystallwasser — bilden: dann wäre, wenn das Krystallwasser enthaltende Calciumoxydhydrat nicht verwittern würde, dieser Umstand der aufgestellten Theorie widersprechend.

Das Zusammentreffen der Efflorescenz mit der verminderten Löslichkeit bei höheren Temperatursgraden bei dem schwefelsauren Sodiumoxyd ist der aufgestellten Ansicht günstig, und Untersuchungen über diesen Gegenstand mit anderen efflorescirenden Salzen werden wahrscheinlich dieselbe Eigenschaftsäufserung von ihrer Seite lehren. — Kohlenstoffsaures Magniumoxyd, welches nach *Butini* im kalten mit Kohlenstoffsäure gesättigten Wasser löslicher als im heifsen ist, efflorescirt ebenfalls stark.

2. Über natürlich vorkommendes gediegenes Eisen in Canaan.

(Aus Ebendemselben.)

In dem Gebirge von Canaan hat Herr Major *Barrall* aus Canaan natürlich gediegenes Eisen gefunden. Der Ort, wo er es fand, ist bis zwei Meilen in der Runde von Wäldern umgeben, und ist der Gipfel eines 700 bis 800 Fufs von der gewöhnlichen Strafse entlegenen Berges. Hr. *Barrall* versichert, dafs die Eisenmassen hier wahrscheinlich beträchtlich seyn müssen, weil sein Compafs wesentlich afficirt wurde, wenn gleich die Ader, aus der er das in der Folge zu beschreibende Stück brach, von keiner grofsen Mächtigkeit zu seyn schien.

Dieses Stück natürlichen Eisens bildete eine dünne Schichte oder Platte in einer Masse von Glimmerschiefer (*mica slate*), welche von einer angränzenden Schichte

abgebrochen zu seyn schien. Es zeigte die gewöhnlichen Eigenschaften eines natürlich vorkommenden gediegenen Eisens, und ist sehr hämmerbar. Beim ersten Anblicke scheint es ein groſs krystallisirter Graphit zu seyn, weil es überall mit einer dünnen Schichte desselben überzogen ist, welche es vor der Oxydation vollkommen schützt. Seine Structur ist sichtbar krystallinisch, und es läſst sich gut in pyramidalische Massen, und noch gewöhnlicher aber in schiefe Tetraëder trennen; dessen ungeachtet findet aber diese Spaltung niemals ohne das Dazwischenseyn dünner Blättchen Reiſsbleis Statt. In seiner Hämmerbarkeit, Zähigkeit und Biegsamkeit, so wie in der Farbe — denn es ist silberweiſs — ist es nicht vom Meteoreisen verschieden, und in der Härte und magnetischer Eigenschaft kommt es mit reinem Eisen überein. Sein spec. Gewicht variirt von 5,95 bis 6,72.

Zufällig kommt mit demselben auch natürlicher Stahl vor. Ein Eckfragment von etwa 8 Grains am Gewichte war vollkommen zerbrechlich, hinlänglich hart um Glas zu ritzen, und besaſs die charakteristische körnige Structur und silberweiſse Farbe des Stahls. Blättchen von Reiſsblei waren darin mittelst des Mikroskops nicht zu entdecken. Beim Auflösen in verdünnter Salpetersäure blieb eine bedeutende Quantität schwarzer Kohlensubstanz zurück.

Hundert Grains des natürlich gediegenen Eisens wurden in salpetrigsaurem Chlor aufgelöst; das zurückgebliebene Reiſsblei wog 6 Grains. Die Flüssigkeit lieſs hierauf bei Behandlung mit reinem Ammoniak in Übermaſse Eisenoxyd fallen, welches nach der Erhitzung 127 Grains wog, und nach *Berzelius* 88,103 Gr. metallischen Eisens entspricht. Die ammoniakalische Flüssigkeit gab mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak ver-

setzt keinen Niederschlag, und selbst nach mehreren Tagen war nicht einmal eine Färbung zu entdecken. Dadurch unterscheidet sich dieses Eisen von dem in Sachsen natürlich gediegen vorkommenden, in welchem *Klapproth* 6 Procente Blei und 1,5 Procente Kupfer fand, während es selbst kein anderes Metall in seiner Mischung hat.

3. Über den stöchiometrischen Werth des Nickels.

(Annals of phil. Aug. 1827.)

In Folge eines in Dr. *Turner's* Anfangsgründen der Chemie enthaltenen Paragraphs hat Herr *Thomson* mehrere neue Versuche angestellt, um den stöchiometrischen Werth des Nickels zu bestimmen. Reines Nickeloxyd wurde aus der Kobaltspeise durch folgendes Verfahren erhalten: Die Speise wurde erst in einer Mischung aus Schwefel- und Salpetersäure aufgelöst; die nach der Verdünstung erhaltenen Krystalle des schwefelsauren Salzes enthielten weder Arsenik noch Eisen, Wismuth oder Spiefsglanz, waren aber durch etwas Kupfer und Kobalt verunreiniget. Ersteres wurde durch Schwefelwasserstoff niedergeschlagen, und das durch kohlenstoffsaures Sodiumoxyd niedergeschlagene und noch feuchte Nickeloxyd wurde einem Strome von Chlorgas ausgesetzt, wodurch das Nickeloxyd aufgelöst wurde, während das Kobaltoxyd unaufgelöst blieb. Das auf diese Art erhaltene Chlornickel wurde dann in schwefelsaures Nickeloxyd umgewandelt; es zeigte sich als vollkommen rein, und bei der Analyse ergab sich's, dafs es aus

1	stöch. Antheile	Schwefelsäure . .	=	5,000
1	» »	Nickelprotoxyds . .	=	4,250
7	» »	Wassers	=	7,876
1	stöch. Antheil	. . . .	=	17,126

zusammengesetzt ist.

Herr Dr. *Thomson* stellte keine Versuche über das Nickelperoxyd an, bestimmt aber, wie er schon früher zeigte, den stöchiometrischen Werth des Nickels zu 3,250, und stützt seine Meinung darauf, dafs das Protoxyd zusammengesetzt sey aus:

Nickelmetall . .	3,25	Theilen, und
Oxygen	1,00	Theilen;
	4,25	

das Peroxyd aber aus:

Nickelmetall . .	3,25	Theilen, und
Oxygen	1,50	Theilen.
	4,75	

Anmerkung. In Herrn *Thomson's* Abhandlung steht das Peroxyd mit 1,7 Oxygen gegen 3,25 Metalls verzeichnet, was Herr *Taylor* für einen Druckfehler hält, und diefs zwar mit Recht, weil allen Untersuchungen zu Folge dieses Oxyd um die Hälfte mehr Oxygen enthält als das Protoxyd, und das Verhältnifs zudem den Gesetzen über die bestimmten Mischungsverhältnisse der Körper widerspricht; wefshalb ich es sogleich mit 1,5 Oxygen gegen 3,25 Nickels gesetzt habe.

4. Über die Goldoxyde.

Herr Dr. *Thomson* hat der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Edinburgh einen Aufsatz unter dem Titel: »einige Versuche über das Gold« vorgelesen. Der Zweck dieser Schrift war, zu bestimmen, ob das Goldhyperoxyd zwei oder drei stöch. Antheile Sauerstoffs enthalte.

Javal's und *Berzelius's* Analyse sprach zu Gunsten von drei Atomen, wefshalb die Chemiker das Goldhyperoxyd für ein Tritoxyd gehalten haben. Dieses Resultat hat Dr. *Thomson* bestätigt; denn er fand, dafs das

Goldperoxyd zusammengesetzt sey aus

1 stöch. Antheile Gold	= 25,00	und
3 » » Sauerstoff . .	= 3,00	
1 stöch. Antheil desselben also .	= 28,00.	

In dieser Schrift bestimmt Dr. *Thomson* auch die Zusammensetzung des salzsauren Goldes zu

2 stöch. Antheilen Salzsäure . . .	= 9,250
1 » » Goldperoxyd . .	= 28,000
5 » » Wasser	= 5,625
1 stöch. Antheil desselben also . .	= 42,875.

Dann fährt er fort zu zeigen, dafs, im Gegensatze von *Berzelius's* Ansichten, das salzsaure Zinn gleich dem salzsauren Golde viel wahrscheinlicher ein Muriat als ein Chlorid sey.

5. Über die Zusammensetzung des natürlichen silberhältigen Goldes.

Herr *Bousingault*, welcher Gelegenheit hatte, mehrere Proben silberhältigen, in Columbien gefundenen Goldes zu prüfen, fand, dafs diese Metalle in bestimmten Verhältnissen mit einander verbunden sind. Sein Verfahren bestand schlechthin blofs im Auflösen der Probe in Königswasser, Abscheiden des Silberchlorids, und hierauf folgendes Niederschlagen des Goldes in seinem metallischen Zustande mittelst schwefelsauren Eisenprotoxyds. Hr. *Bousingault* bemerkt, dafs er bisher mit einem Atome Silbers zwei, drei, fünf, sechs und acht Atome Golds verband; aber wenn er das Gewicht eines Atomes Silbers doppelt annimmt: so erfordert diese Ansicht einer Modification, die er sich wirklich

unter Anführung der Resultate seiner Analysen erlaubt.

Natürliches Gold von Marmato bei Vega de Sapia in der Provinz Papayan. — Spec. Gew. = 12,666.

Seine Bestandtheile sind:

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . .	73,45	—	3 stöch. Anth.	= 73,17
Silber . .	26,48	—	2 » »	= 26,83
Verlust .	00,07			100,00.
	100,00.			

Natürliches Gold von Titiribi.

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . . .	74,0	—	3 stöch. Anth.	= 73,17
Silber . .	26,0	—	2 » »	= 26,83
	100,0.			100,00.

Natürliches Gold von Malpaso bei Mariquita. — Spec. Gew. = 14,706.

Bei der Analyse dieser und der übrigen Proben wurde das Capelliren anstatt des Königswassers angewendet.

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . .	88,24	—	4 stöch. Anth.	= 87,90
Silber . .	11,76	—	1 » »	= 12,10
	100,00.			100,00.

Natürliches Gold von Rio Sucio bei Mariquita.

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . .	87,94	—	4 stöch. Anth.	= 87,90
Silber . .	12,06	—	1 » »	= 12,10
	100,00.			100,00.

Natürliches octaëdrisch krystallisirtes Gold von Otra-Mina bei Titiribi.

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . .	73,40	—	3 stöch. Anth.	= 73,17
Silber . .	26,60	—	2 » »	= 26,83
	100,00.			100,00.

Natürliches Gold aus dem Bergwerke von Guamo bei Marmato.

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . .	73,68	—	3 stöch. Anth.	= 73,17
Silber . .	26,32	—	2 » »	= 26,83
	100,00.			100,00.

Natürliches Gold von El Llano, in kleinen niedergedrückten Körnern von eigenthümlicher rother Farbe, und daher gefärbtes Gold *(oro colorado)* genannt.

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . .	88,58	—	4 stöch. Anth.	= 87,90
Silber . .	11,42	—	1 » »	= 12,10
	100,00.			100,00.

Natürliches Gold von La Baja bei Pamplona.

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . .	88,15	—	4 stöch. Anth.	= 87,90
Silber . .	11,85	—	1 » »	= 12,10
	100,00.			100,00.

Natürliches Gold von Ojas-anclias, aus einer angeschwemmten Mine in der Provinz von Antiochien. Kommt in Blättern von gelblich rother Farbe vor.

	Nach der Analyse.			Nach der Theorie.
Gold . .	84,50	—	3 stöch. Anth.	= 84,50
Silber . .	15,50	—	1 » »	= 15,50
	100,00.			100,00.

Natürliches Gold aus Siebenbürgen, in sehr blassen kubischen Krystallen vorkommend.

	Nach der Analyse.		Nach der Theorie.
Gold . .	64,52	— 1 stöch. Anth.	= 64,50
Silber . .	35,48	— 1 » »	= 35,50
	100,00.		100,00

Diefs ist *Klapproth's* Electrum, dessen Analyse 64 Th. Gold, und 36 Th. Silber gab.

Natürliches Gold von Santa-Rosa de Osos, in der Provinz von Antiochien. Spec. Gew. = 14,149. Farbe: blafsgrün.

	Nach der Analyse.		Nach der Theorie.
Gold . .	64,93	— 1 stöch. Anth.	= 64,50
Silber . .	35,07	— 1 » »	= 35,50
	100,00.		100,00.

Anmerkung. Bei Vergleichung der durch die Analyse erhaltenen Resultate und der durch Rechnung gefundenen stöchiometrischen Werthe mit einander, ergibt sich immer mehr und mehr der hohe Werth der Stöchiometrie, und es erhellt, dafs die Natur selbst in ihren einfachsten Producten streng mathematisch verfahre; thut sie aber dieses, so ist, wie uns auch täglich die Erfahrung lehrt, diese mathematische Strenge in der Anordnung der Körper durch die ganze Schöpfung verbreitet, und mufs es seyn, weil aus den einfachsten Verbindungen alle übrigen der gesammten Natur zusammengesetzt sind.

Fig. 25.

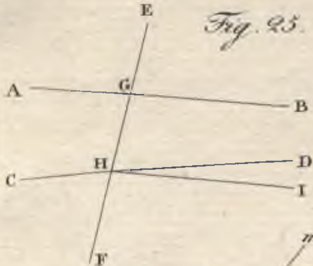


Fig. 26.

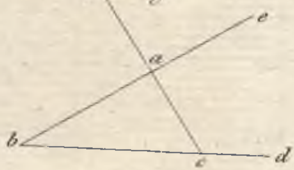


Fig. 27.

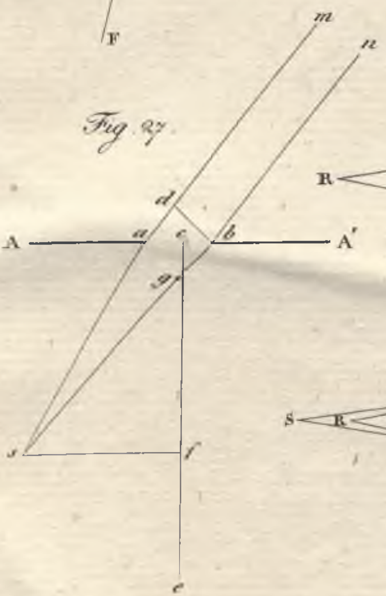


Fig. 28.

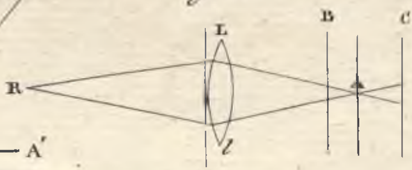


Fig. 29.

